

Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**“DIAGNÓSTICO FÍSICOQUÍMICO DE LOS COMPONENTES DEL SUELO  
DE LA COMUNIDAD DE SAN ANTONIO DE SUNECA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**

**MARCO ANTONIO AMES ROCHA**

**ASESORA**

**MG. CARMEN LUZ VENTURA BARRERA**

**JURADO**

**DR. CESAR JORGE ARGUEDAS MADRID**

**DR. MIGUEL ALVA VELASQUEZ**

**MG. HUBERT ORLANDO PORTUGUEZ YACTAYO**

**ING. DANTE PEDRO SANCHEZ CARRERA**

**LIMA - PERU**

**2019**

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	i
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. Introducción.....	1
1.1 Descripción y Formulación del Problema .....	2
1.1.1 Descripción del Problema.....	2
1.2 Antecedentes .....	3
1.2.1 A nivel internacional .....	3
1.2.2 A nivel nacional.....	6
1.3 Objetivos .....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos .....	10
1.4 Justificación .....	10
II. Marco Teórico.....	11
2.1 Bases Teóricas .....	11
2.1.1 Concepto de Diagnóstico.....	11
2.1.2 Concepto de Suelo .....	11
2.1.3 Factores de Formación de Suelos .....	12
2.1.4 Propiedades Físicas del Suelo.....	15
2.1.5 Propiedades Químicas del Suelo .....	19
2.1.6 Clasificación del suelo.....	29
2.1.7 Clasificación según su Capacidad de Uso Mayor .....	30

2.1.8	Clasificación según su Uso Actual de la Tierra.....	36
2.1.9	Calidad del Suelos .....	36
2.1.8	Caracterización del Suelo .....	39
2.1.9	Perfil del Suelo .....	40
2.1.10	Muestreo del Suelo .....	42
III.	Método .....	44
3.1	Tipo de Investigación.....	44
3.2	Ámbito Temporal y Espacial .....	45
3.2.1	Ámbito Temporal .....	45
3.2.2	Ámbito Espacial .....	45
3.3	Variable.....	47
3.3.1	Variable Dependiente .....	48
3.3.2	Variables Independientes.....	48
3.4	Población y Muestra .....	48
3.4.1	Población .....	48
3.4.2	Muestra .....	48
3.5	Instrumentos.....	52
3.5.1	Equipos .....	52
3.5.2	Materiales .....	52
3.6	Procedimiento .....	53
3.6.1	Actividades Previas: .....	56
3.6.2	Duración de muestreo.....	56
3.7	Análisis de Datos .....	56
3.7.1	Proceso de Muestreo:.....	56

3.7.1 Análisis de las Muestras: .....	57
IV. Resultados .....	58
4.1 Caracterización de los Suelos .....	58
4.2 Calidad de los Suelos .....	93
V. Discusión de Resultados .....	97
VI. Conclusiones .....	99
VII. Recomendaciones .....	101
VIII. Referencias .....	102
IX. Anexos .....	104
Perfiles Modales .....	104
Fichas Técnicas de Puntos de Monitoreo de Calidad de Suelo .....	118
Resultados del Laboratorio - Calidad .....	128
Resultados de Laboratorio – Caracterización .....	149
Mapa de Ubicación (Escala 1:250 000).....	160
Mapa de Puntos de Monitoreo de Calidad y caracterización de Suelos (Escala 1:60 000).....	161
Mapa de Suelos (Escala 1:60 000).....	162
Mapa de Capacidad de Uso Mayor (Escala 1: 60 000).....	163
Mapa de Uso Actual de Suelos (Escala 1:60 000).....	164



## Índice de Tablas

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LAS PALABRAS DEL SUELO SEGÚN EL UNITED STATES OF AGRICULTURA .....	16
TABLA 2. CLASIFICACIÓN PARA LOS VALORES DE pH .....	20
TABLA 3. CLASIFICACIÓN PARA LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....	22
TABLA 4. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE M.O .....	23
TABLA 5. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE NITRÓGENO.....	25
TABLA 6. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE FÓSFORO Y POTASIO DISPONIBLES .....	28
TABLA 7. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.....	29
TABLA 8. FASES POR PENDIENTES.....	30
TABLA 9. UBICACIÓN DE LAS CALICATAS .....	48
TABLA 10. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS .....	51
TABLA 11. PARÁMETROS ANALIZADOS – CALIDAD DE SUELO .....	54
TABLA 12. ILUSTRACIÓN DE CLASIFICACIÓN NATURAL DE LOS SUELOS .....	59
TABLA 13. ILUSTRACIÓN DE UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE LAS UNIDADES DEL SUELO .....	60
TABLA 14. ILUSTRACIÓN DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD MAYOR.....	80
TABLA 15. ILUSTRACIÓN DE LAS SUBCLASES DE CAPACIDAD MAYOR .....	81
TABLA 16. CATEGORÍAS Y SUBCLASES DE USO ACTUAL DE LA TIERRA .....	83
TABLA 17. CATEGORÍAS Y SUBCLASES DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA. ....	85
TABLA 18. ILUSTRACIÓN DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO. ....	87
TABLA 19. ILUSTRACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	88
TABLA 20. ILUSTRACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA. ....	88
TABLA 21. ILUSTRACIÓN DE FÓSFORO (P). ....	89
TABLA 22. ILUSTRACIÓN DE POTASIO (K). ....	89
TABLA 23. ILUSTRACIÓN DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC).....	90

TABLA 24. ILUSTRACIÓN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUELO. ....	91
TABLA 25. ILUSTRACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PARÁMETROS ANALIZADOS.....	94

## Índice de Figuras

FIGURA 1. FACTORES Y CAUSAS DE ALTERACIONES DEL SUELO. ....	38
---	----

## RESUMEN

El estudio se desarrolló en la comunidad de San Antonio de Sunec que se encuentran entre los departamentos de Pasco y Huánuco, cuyo objetivo fue hacer un diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo, mediante la medición de los parámetros físico, químico, en base a los resultados obtenidos en los laboratorios SGS y el laboratorio de la Universidad Nacional de la Agraria. El área de estudio fue la totalidad de los terrenos de la comunidad campesina de San Antonio de Sunec de una extensión de 11 958.68 ha. Se tomaron 10 puntos para la determinación de la calidad del suelo. Posteriormente, se realizó 31 calicatas para la determinación de la caracterización de los suelos, realizándose los análisis físicos que fueron densidad aparente, textura, composición mecánica de los suelos. Se realizaron análisis químicos de pH, materia orgánica, fosforo y salinidad. Las muestras fueron tomadas puntualmente en un tiempo y lugar determinado escogido estratégicamente de acuerdo a los estándares establecidos en el reglamento para la ejecución del levantamiento de suelos (D.S. 013-2010-AG) y la clasificación de la taxonomía de los suelos se establecieron de acuerdo a las consideraciones y definiciones expuestas en la taxonomía de suelos (Keys of soil taxonomy, 2014). Los resultados obtenidos nos permiten tener una caracterización taxonómica de los suelos de esta comunidad campesina además al comparar y evaluar los resultados que se obtuvieron del diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo de la comunidad de San Antonio de Sunec con los rangos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos (D.S. 011-2017- MINAM-ECA) se concluye que los valores reportados son menores a los establecidos en los estándares de calidad para suelos agrícolas, tanto en metales pesados como para hidrocarburos.

Palabras claves: Muestreo de suelos, Caracterización de suelos, Calidad del suelo, perfiles.

## ABSTRACT

The study was developed in the community of San Antonio de Sunec that are among the departments of Pasco and Huánuco, whose objective was to make a physicochemical diagnosis of the components of the soil, by means of the measurement of physical, chemical parameters, based on the results obtained in the SGS laboratories and the laboratory of the National University of Agrarian. The study area was the entire land of the Peasant Community of San Antonio de Sunec of an extension of 11 958.68 ha. Teen points were taken for the determination of soil quality. Subsequently, it is made of the characterization of the soil, the physical analysis of the soils, the texture, and the mechanical composition of the soils. The texture, the mechanical composition of the soils. Maxusic composition. Of soils. Muquency composition. Sención chemical analysis of pH, carried out analysis, Performance matter and concrete, were recorded in a time and place, he was strategically according to the standards established in soils (D.S. 013-2010-AG). and is the classification of the taxonomy of soils were established according to the considerations and definitions exposed in the considerations and definitions of soils ( Keys of soil taxonomy, 2014).The results obtained allow us to have a taxonomic characterization of the soils of this peasant community in addition to comparing and evaluating the results obtained from the physicochemical diagnosis of the soil components of the community of San Antonio de Sunec with the ranges established in the standards of environmental quality of soils (D.S.11-1117- MINAM-ECA) is concluded that the reported values are lower than those established in the quality standards for agricultural soils, both in heavy metals and for hydrocarbons.

Keywords: Sampling of soils, soil characterization, soil quality, profiles.

## I. INTRODUCCIÓN

A pesar de su gran importancia para la vida, el suelo no ha recibido de nuestra sociedad y del mundo la atención que se merece. Su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad. Por lo tanto, los científicos se enfrentan al triple desafío de intensificar, preservar e incrementar la calidad del suelo. Para ello, es necesario contar con correcta caracterización, una sólida concepción de la calidad y sus indicadores; además de su manejo sostenible de este valioso recurso.

Muchos países han establecido políticas de conservación y protección de los suelos para salvaguardar este recurso, a pesar de esto, en el Perú algunas zonas no cuentan con información de la calidad del suelo, y con esto tener un control para poder evitar que sean degradados por procesos como salinización, erosión, desertificación, pérdida de actividad biológica y acumulación de componentes tóxicos, por lo que es de suma importancia contar con información sobre este recurso.

Según el INRENA (2009) 43'057,038 has equivalentes al 33.5% del territorio nacional se encuentran degradados. La erosión hídrica de los suelos en la sierra del Perú es considerada uno de los problemas ambientales más significativos del sector agropecuario. Esta problemática está asociado a una disminución de la productividad y eficiencia de los suelos, provocada por una baja retención tanto del agua, su fertilidad, así como del suelo mismo, cuya tendencia a escurrir se manifiesta en mayor medida en terrenos con pendientes pronunciadas.

En este contexto, el uso sostenible de las tierras es vital para la conservación de las propiedades físicas y químicas, por su importancia agropecuaria, económica y ambiental, pues su alteración puede afectar no solo la parte productiva de los cultivos, sino a todo el sistema por su influencia en la transformación y distribución de la materia orgánica, la

dinámica de nutrientes y almacenamiento de agua, la agregación, porosidad, infiltración, erosión, biodiversidad, etc.

Teniendo en cuenta esta realidad se realizó la presente tesis, con el objetivo realizar un diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo, en este caso de la Comunidad de San Antonio de Sunec, es de vital importancia conocer su caracterización, la calidad, su uso, su potencial, su grado de vulnerabilidad y los niveles de degradación de este valioso recurso, información que pueda usar la población y sus autoridades para poder implementar proyectos y programas de trabajo en estas tierras y con esto poder mejorar su calidad de vida.

## **1.1 Descripción y Formulación del Problema**

### **1.1.1 Descripción del Problema**

La comunidad de San Antonio de Sunec, no cuenta con información disponible acerca de la calidad y caracterización de sus suelos.

Esta información es de vital importancia, ya que es necesaria para conocer la situación actual de los suelos de toda la comunidad, con esto poder tener una mejor toma de decisiones sobre estos suelos.

En la presente tesis se realizará el diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo. Siendo este documento el punto de inicio y control a posteriores diagnósticos y análisis de los suelos en la comunidad.

### ***Formulación del Problema***

De acuerdo a las consideraciones expuestas anteriormente podemos plantear la siguiente interrogante:

### ***Problema Principal***

¿Cuál es el diagnóstico fisicoquímico del suelo en la Comunidad de San Antonio de Sunec?

### ***Problema Secundario***

¿Cuál es la Caracterización de los suelos, según definiciones y consideraciones establecidas en el Manual de Taxonomía de Suelos (Keys of Soil Taxonomy, 2014)?

¿Cuál es la calidad de los suelos comparados con los parámetros establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM -ECA)?

## **1.2 Antecedentes**

Luego de una búsqueda minuciosa de trabajos de investigación previos que tengan similitud con el presente estudio se ha encontrado los siguientes:

### **1.2.1 A nivel internacional**

***López y Zamora (2016) Diagnóstico De La Fertilidad Del Suelo En El Área De Investigación, Innovación Y Desarrollo De La Espam- Mfl. Calceta – Ecuador.***

Resumen: El estudio se desarrolló en CIIDEA (Centro de investigación, innovación y desarrollo agropecuario) de la ESPAM-M.F. L, cuyo objetivo fue diagnosticar la fertilidad del suelo, mediante parámetros físico, químico, en base a los resultados obtenidos en el laboratorio de la carrera de agrícola.

El área experimental muestreado fue de 129 ha. Se realizó el levantamiento altimétrico a escala 1:15.000, se tomaron 40 puntos con el barreno y se encontraron ocho contornos en el área muestreada. Posteriormente, se realizó calicatas para los análisis físicos



que fueron densidad aparente, textura, composición mecánica de los suelos. Se realizaron análisis químicos de pH, materia orgánica, fósforo y salinidad. Se conformaron muestras compuestas y se estableció la metodología de Hernández.

En cuanto a los resultados se obtuvieron que los suelos de la ESPAM-M.F. L, son aptos para la producción agrícola, mostrando niveles de fertilidad natural adecuado para la producción agrícola pecuaria y forestal, a excepción del fósforo que presento niveles bajo.

***Pulido (2014) Indicadores de calidad del suelo en áreas de pastoreo. Suroeste Ibérico - España.***

Resumen: Estudios recientes indican la existencia de procesos de degradación del suelo en áreas de pastoreo del suroeste ibérico. Este trabajo tiene por objetivo desarrollar una metodología para la evaluación de la calidad de los suelos, en base a las relaciones observadas entre la carga ganadera, las propiedades edáficas, los procesos de degradación y la producción de pastos. El estudio se realizó en 22 cercas de manejo de ganado, que reflejan un amplio rango de intensidades de pastoreo. Se observaron relaciones significativas de la carga ganadera con la reducción de la cobertura vegetal y con el incremento de la densidad aparente de 5 a 10 cm.

El porcentaje de suelo desnudo aumentó considerablemente en las unidades con cargas ganaderas por encima de 1,1 UGM ha<sup>-1</sup> y la densidad aparente fue significativamente mayor en las unidades con más de 1,0 UGM ha<sup>-1</sup>. Para la evaluación del estado actual de los suelos se seleccionaron 6 indicadores de calidad y 2 de degradación. Los de calidad fueron la capacidad de intercambio catiónico, el potasio intercambiable, el carbono orgánico, la capacidad de retención hídrica, el espesor del horizonte Ah y la profundidad del suelo y los de degradación fueron el porcentaje de suelo desnudo y la densidad aparente de 5 a 10 cm. El 14% de las unidades analizadas registraron una calidad muy baja y el 64% baja. Tan sólo el

18% de ellas mostraron degradación alta. Este trabajo aporta una metodología de evaluación de fácil aplicabilidad, aunque ésta debe ser validada en otras explotaciones.

***Prieto, Prieto, Acevedo y Méndez (2013) Indicadores e Índices De Calidad De Los Suelos (Ics) Cebaderos Del Sur Del Estado De Hidalgo, México.***

Resumen: El objetivo de este trabajo fue establecer indicadores e índices de calidad para suelos (ICS), que permitan realizar evaluaciones y estimaciones rápidas en suelos cebaderos del sur del estado de Hidalgo, México. Ocho indicadores fueron normalizados en una escala 0-1 que representan, respectivamente, la peor y mejor condición desde el punto de vista de la calidad, independientemente de los valores absolutos medidos para cada indicador. Los máximos y mínimos para algunos atributos fueron establecidos para las condiciones óptimas. El ICS encontrado en esta región fue de 0,48 lo cual lo ubica en clase de moderada calidad.

Este valor estuvo fuertemente influenciado por bajos valores de carbono orgánico del suelo (COS), como propiedad que más los está afectando. Esta disminución del COS resulta también la causa principal de los valores bajos de estabilidad de agregados e infiltración y un indicador de los valores de densidad aparente. Estos cambios en las propiedades físicas afectan la condición superficial del suelo provocando un incremento de los procesos de erosión, con la consiguiente pérdida de espesor del horizonte superficial, reflejada por el indicador correspondiente.

### **1.2.2 A nivel nacional**

*Quispe (2014) Caracterización física, química y biológica de suelos del distrito de Callanmarca - Angaraes – Huancavelica.*

Resumen: El presente estudio de investigación, se realizó en el distrito de Callanmarca, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica, al inicio de la campaña agrícola 2013- 2014. El objetivo fue evaluar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos. La actividad principal en este distrito es la agricultura.

Dentro de las propiedades físicas se evaluaron: textura con la clase textural varía de franco a franco arcilloso, franco arcilloso en suelos de condición seco; en cambio la textura franco en suelos bajo riego; estructura granular fino en suelos seco y estructura granular mediano en suelos bajo riego; color marrón amarillento en suelos secos y el color marrón rojizo en suelos bajo riego; porosidad de 45% bajo riego y 47,7% en seco, permeabilidad que varía de 0,96 cm/h en seco a 1,3 cm/h bajo riego; profundidad efectiva de 76,67 cm en suelos secos y 66,67 cm en suelos bajo riego; pendiente de 35% en suelos secos y 51% en suelos bajo riego y pedregosidad de 1,67% en suelos seco y 3,33% bajo riego.

En las propiedades químicas, se evaluaron las siguientes variables: la reacción del suelo (pH) que varían de moderadamente ácido a ligeramente alcalino; la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 19,89 meq/100 gen suelo seco y 18,30 meq/100 gen suelos bajo riego; carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) de 0% en suelo seco y 5,67% CaCO<sub>3</sub> en suelos bajo riego de clase alta; la salinidad (CE) de 0,16 dS/m en suelo seco y 0,59 dS/m en suelos bajo riego de clase muy ligeramente salino; fósforo de 16,5 ppm de clase alto en suelos secos y 7,87 ppm de clase medio en suelos bajo riego y potasio de 1 08 ppm clase medio en suelos secos y 299 ppm de clase medio en suelos bajo riego. En las propiedades biológicas,

se evaluaron las siguientes variables: contenido de materia orgánica que varían de 1,04% a 2% y el número de lombrices de 12 a 22 unidades.

***Ruiz (2016) Estudio Fisicoquímico del Suelo del Sistema de Andenería- Caca – Yauyos- Lima.***

Resumen: El estudio de las propiedades físicas y químicas de los suelos permite evaluar la fertilidad del suelo que servirá para identificar las zonas más adecuadas para determinados cultivos, conservar y mejorar la productividad del suelo. El propósito de este trabajo de investigación fue evaluar los indicadores físicos y químicos que estiman la fertilidad usando los niveles de calidad de suelos en un sistema de andenería, con la finalidad de proponer indicadores que explican la variabilidad para la recuperación de la capa arable en los andenes que han sido abandonados, así revalorar y promover el reaprovechamiento de dicha tecnología para garantizar la seguridad alimentaria de la población local como parte del desarrollo sostenible agrícola.

La zona de estudio corresponde al sistema de andenería perteneciente al centro poblado de Caca, en el distrito del mismo nombre, ubicado en la margen izquierda de la parte alta de la microcuenca del río Caca, provincia de Yauyos, región Lima; cuenta con aproximadamente 40 ha (400 000m<sup>2</sup>) de áreas de cultivo. Las muestras de suelos fueron tomadas en dos periodos del año el 24 de mayo del 2015 en la época de sembrío y el segundo periodo se realizó 19 de julio del 2015 en la época de cosecha de los cultivos en base a un patrón de muestreo de rejillas regulares y se colectaron 9 muestras superficiales de 0-30 cm de profundidad.

Para la identificación de elementos químicos en el suelo se usó el análisis de fluorescencia de rayos x y para la determinación de los indicadores fisicoquímicos se usaron métodos analíticos normalizados y referenciados. Se evaluó indicadores físicos como textura,

densidad aparente y humedad; e indicadores químicos como potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, carbonatos, materia orgánica, nitrógeno total, nitrógeno disponible (nitratos), fósforo disponible, Azufre disponible (sulfatos), capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases (calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiable) y micronutrientes (cobre, cinc, hierro y cloruros).

A partir de los resultados se determinó que los suelos presentan buena compactación, textura franca arcillo arenosa y franca arenosa, salinidad baja, baja sodicidad, macronutrientes moderados, altos contenidos de micronutrientes disponibles como el hierro, cobre y zinc, presenta suelos potencialmente ácidos debido la lixiviación de los cationes básicos y presencia de elementos generadores de acidez como son el aluminio y el hierro que proviene de la geoquímica. Por otra parte, se realizó métodos quimiométricos (análisis de componentes principales, PCA) de las variables estudiadas para encontrar la diferenciación de las áreas de cultivos.

***Huiza y Quispe (2017) Evaluación De Las Propiedades Físicas Y Químicas Del Suelo De Los Tipos De Pastizal Del Centro De Investigación De Camélidos Sudamericanos – Lachocc.***

Resumen: El presente trabajo de investigación, tuvo como propósito de evaluar las propiedades físicas y químicas del suelo de los tipos de pastizal en las canchas del CIDCS – Lachocc. Para ello se tomaron 3 muestras compuestas de cada tipo de pastizal delimitado, hasta un total de 45 muestras que fueron analizados en el Laboratorio de Suelos de la UNALM. Las muestras del suelo se obtuvieron a través del muestreo sistemático basado en un patrón geométrico específico asignado de forma geométrica rectangular a una profundidad de 0-20 cm.

Para el análisis de datos del parámetro físico se utilizó la estadística descriptiva y el diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 2x2 con tres repeticiones a las canchas de Chillhuapampa-Lazapata y Saccsalla-Ranramocco y, de 2x3 con tres repeticiones a las canchas de Tucumachay-Sorahuaycco para el parámetro químico. Los resultados obtenidos del parámetro físico, la textura, de manera general resultaron que en suelos de los pastizales predomina la textura franca arenosa, con un porcentaje de arena superior al 65%, limo al 30% y un porcentaje de arcilla menor al 19%, encontrándose que no existe diferencia estadística respecto al tipo de pastizal y canchas.

Respecto a los resultados del parámetro químico, pH, MO y CIC se han observado diferencia estadística significativa respecto a los tipos de pastizal ( $p < 0.05$ ) en Chillhuapampa y Lazapata; en cuanto al pH, P y K los valores encontrados son estadísticamente diferentes respecto al tipo de pastizal en Saccsalla y Ranramocco siendo también similar en Tucumachay y Sorahuaycco. Por otro lado, en cuanto a MO, N y K se ha detectado que los suelos muestreados en los sitios (pajonal, césped de puna y bofedal) de las canchas del CIDCS-Lachocc, resultan niveles dentro del rango óptimo para los suelos, siendo el pH y el P disponible, los de mayor variación.

El pH se encontró por debajo del rango ideal de mayor disponibilidad de nutrientes clasificándose de extremadamente ácido a fuertemente ácido, a excepto del Bofedal de Ranramocco siendo ligeramente ácido. En cuanto a la conductividad eléctrica, los resultados indican suelos no salinos (0,05–0,40 dS/m); sobre los contenidos de N, están por encima del mínimo ideal; respecto al contenido de K los más bajos se encuentran en los bofedales de Saccsalla, Tucumachay y Sorahuaycco y presentan una CIC media (20-35meq/100g).

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar un diagnóstico fisicoquímico del suelo con la finalidad de determinar las características y calidad de los suelos en la Comunidad de San Antonio de Sunec.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Caracterizar los suelos, con definiciones y consideraciones establecidas en el Manual de Taxonomía de Suelos (Keys of Soil Taxonomy, 2014).

Comparar y evaluar los resultados del laboratorio de los parámetros evaluados, con los que se encuentran dentro de los rangos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM -ECA).

## **1.4 Justificación**

Contar con un diagnóstico fisicoquímico del suelo de la comunidad de San Antonio de Sunec, permite tener un punto de partida y con esto poder tener un seguimiento del comportamiento de estos suelos, detectar oportunamente procesos de que afecten la calidad y la pérdida del suelo por proyectos de intervención posteriores al estudio.

La evaluación y control de los indicadores de la calidad de los suelos permitirán detectar a tiempo procesos de degradación, de esta manera realizar una adecuada gestión ambiental y tomar oportunamente las mejores decisiones con respecto a actividades que involucren el recurso suelo de la comunidad de San Antonio de Sunec.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Se señalará a continuación las bases teóricas, el marco conceptual y el marco legal en relación al diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo.

### **2.1 Bases Teóricas**

#### **2.1.1 Concepto de Diagnóstico**

Diagnóstico viene del griego Diagnosis que quiere decir "conocer a través de". El diagnóstico es esencial para conocer la situación sobre la que se desea actuar. En nuestro caso, el diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo de la comunidad<sup>4</sup> de San Antonio de Sunec ya que se hace indispensable para poder intervenir en decisiones que involucren a estos.

Diagnóstico implica siempre una evaluación de la situación y toda evaluación corresponde a un proceso que permite valorar acciones y/o resultados en relación con ciertos objetivos que los generaron. Un diagnóstico, entonces, es una investigación sobre lo esencial, lo particular, lo singular, lo inherente a una situación para evaluarla, comprenderla y poder actuar sobre ella. Es, en síntesis, una investigación sobre lo individual (Restrepo y Rubio 1992).

#### **2.1.2 Concepto de Suelo**

El suelo se considera como el producto de diferentes procesos dinámicos y biológicos que han obrado sobre las rocas y minerales a través del tiempo (Oñate, M. 2012).

También nos señala que, para hablar del suelo y su formación, tenemos que primeramente hacer una recopilación de lo que es y que produce el intemperismo,



considerando que a través de este se desintegran y fragmentan las rocas y minerales para forma cierto tipo de suelos, es decir se cumple la siguiente secuencia.

### **2.1.3 Factores de Formación de Suelos**

Los edafólogos rusos Dokuchaev, Polinov, Lomonosov (1711-1930) señalaron que los materiales originales son factor importante en la formación de los suelos; de ahí que las primeras clasificaciones se hicieron en base a la geología y la composición de los materiales que forman el suelo.

#### ***Roca Madre***

Oñate (2005), señala que el suelo se forma a partir de la meteorización de la roca madre o material parental, por lo tanto, los materiales que esta contenga influirán en el producto, el suelo. De ahí que una roca consolidada no se altera de la misma manera que un material sedimentario; igualmente, la composición química y mineralógica de una roca sea esta ígnea, o metamórfica presenta variaciones en la velocidad de intemperismo, porque puede tener una combinación de minerales más o menos alterables, y el suelo que se genera mostrará esta influencia. En todo caso, un material original cualquiera que fuera su origen, se intemperiza a diferente velocidad dependiendo de los factores ambientales que lo rodean y de su composición química, de este modo la naturaleza de la roca, condiciona la formación y propiedades de los suelos.

#### ***Clima***

Oñate (2005), sostiene que el factor clima ha sido considerado durante mucho tiempo con el de mayor importancia desde el punto de vista de agente formador del suelo. Los primeros edafólogos modernos citaron al clima como un factor muy complejo debido a que sus principales componentes que intervienen en la formación del suelo como la humedad

(precipitación), temperatura, vientos, radiación solar, presión, luz, entre otros, son elementos determinantes.

### ***Los Organismos***

Oñate (2005), manifiesta que el papel de los organismos como elementos formadores del suelo ha sido muy cuestionado y discutido, no obstante, muchos edafólogos americanos, rusos e inclusive de origen francés coinciden en señalar el rol protagónico que cumplen los organismos animales y vegetales al influir en forma directa en la formación del suelo, pero sin lugar a duda uno de los más importantes son las plantas al absorber agua y elementos nutritivos del suelo a través de su sistema radicular. Las plantas superiores participan de manera decisiva en la formación del suelo de las más diversas formas, mediante una mayor retención de agua, secreción y exudación de sustancias a través de las raíces facilitando el intemperismo físico, químico y biológico de rocas y minerales, incrementando la materia orgánica.

### ***Relieve o Topografía***

Oñate (2005), reporta que el relieve se lo define en general como la configuración del terreno, basado en las diferencias de nivel ocasionado por las elevaciones, depresiones u otras desigualdades. Estos desniveles, considerada su morfología, extensión, roca sobre la que se ha formado, llevan diferentes nombres algunos comunes, como colinas, valles, montañas, mesetas, depresiones. En forma general el relieve actúa principalmente como modificador de la erosión geológica activa y del movimiento del agua en el suelo.

### ***Tiempo***

Oñate (2005), indica que la influencia del tiempo como factor formador del suelo resulta innegable. Si partimos del hecho de que una roca en la cual no existe vegetación

alguna y los minerales que constituyen presenta sus características microscópicas y químicas inalteradas. A medida que pasa el tiempo la roca cambia de tamaño, se desmenuza, existe degradación y como consecuencia el intemperismo físico y químico se produce de manera concomitante la lixiviación de sales solubles y de menor solubilidad están relacionadas con la cantidad de precipitación de la zona y el suelo que se forma; la parte esencial de este proceso estriba, cuando se puede considerar que se ha formado el suelo. En realidad, estrictamente hablando, un suelo se forma inmediatamente después de que la roca o material matricial se pone en contacto con los agentes atmosféricos, evolucionando con el tiempo las características de este suelo primario.

### ***Vegetación***

Oñate (1999), indica que es un factor que influye mucho para la formación de una determinada clase de suelo, es decir el tipo de vegetación determina el suelo que se forma en un área o zona determinada. Ejemplo, bajo un suelo de bosque de pinos se desarrolla un tipo de suelos, bajo un bosque natural (árboles, arbustos, hierbas) se forman otro tipo de suelo, bajo un pastizal o un cultivo se forma otra clase de suelo.

### ***Fracción Inorgánica***

Honorato (1993), manifiesta que corresponde a una mezcla de varios componentes minerales (cuarzo, feldespatos, etc.), con propiedades y características diversas, los tamaños de las partículas son variables, desde la arcilla hasta fragmentos de rocas, determina las propiedades físicas, la fracción coloidal (arcilla) determina las propiedades físico-químicas, es fuente e incluye en la dinámica de los nutrientes (movilidad, fijación, disponibilidad).

## ***Fracción Orgánica***

Honorato (1993), sostiene que está formada por materiales orgánicos diversos, en distintos grados de descomposición, incluye los organismos del suelo, vivos y muertos. La fracción coloidal humificada influye en las propiedades físico-químicas, afecta las propiedades físicas (facilita la aireación, retención de agua), es fuente de algunos nutrientes, de gran importancia es la fracción coloidal, arcilla y humus, porque en ella radica la dinámica del suelo.

### **2.1.4 Propiedades Físicas del Suelo**

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles.

Las propiedades físicas de los suelos que explicaremos son:

#### ***Textura***

Buckman (1993), La textura de un suelo es la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y está relacionada con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos

de partículas de un suelo. Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de las plantas.

Para el estudio de la textura del suelo, éste se considera formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye cerca del 50 % del volumen de la mayor parte de los suelos superficiales y consta de una mezcla de partículas inorgánicas y orgánicas cuyo tamaño y forma varían considerablemente. La distribución proporcional de los diferentes tamaños de partículas minerales determina la textura de un determinado suelo. La textura del suelo se considera una propiedad básica porque los tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa de los grupos por tamaños varían considerablemente entre los suelos, pero no se alteran fácilmente en un determinado suelo. (Oñate 1999).

**Tabla 1. Clasificación de las palabras del suelo según el united states of agricultura.**

Nombre de la partícula límite del diámetro en milímetros (mm.)	Tamaño en milímetros (mm.)
Arena	0.05 a 2.0
Muy gruesa	1.0 a 2.0
Gruesa	0.5 a 1.0
Mediana	0.25 a 0.5
Fina	0.10 a 0.25
Muy fina	0.05 a 0.10
Limo	0.002 a 0.05
Arcilla	menor de 0.002

Fuente: Oñate, m. 1999.

### ***Estructura***

Buol, Hole y Craken (1989), Es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura

esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma), blocosa (en bloques), y granular (en granos).

La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados.

### ***Drenaje Suelos***

El drenaje de un suelo es su mayor o menor rapidez o facilidad para evacuar el agua por escurrimiento superficial y por infiltración profunda.

### ***Profundidad Efectiva***

Departamento de Edafología y química agrícola Universidad de Granada (actualizado 17 septiembre 2019) El suelo, concepto y formación. Recuperado de: <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/factform.htm>. La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrientes indispensables. Tal información resulta ser de suma importancia para el crecimiento de las plantas. La mayoría de las últimas pueden penetrar más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten.

Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad de por lo menos del susodicho metro. En un suelo profundo las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención de humedad. De igual manera, la planta puede usar los nutrientes almacenados en los horizontes profundos del subsuelo, si éstos están al alcance de las raíces.

Cualquiera de las siguientes condiciones puede limitar la penetración de las raíces en el suelo:

- a. Roca dura sana
- b. Cascajo (pedregosidad abundante)
- c. Agua (nivel, napa o manto freático cercano a la superficie)
- d. Tepetates (horizontes del suelo endurecido)

### ***Consistencia***

Departamento de Edafología y química agrícola Universidad de Granada (actualizado 17 septiembre 2019) El suelo, concepto y formación. Recuperado de: <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/factform.htm>. La consistencia es la característica física que gobierna las fuerzas de cohesión-adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o roto.

Dichas fuerzas dependen del contenido de humedad es por esta razón que la consistencia se debe expresar en términos de seco, húmedo y mojado.

Se refiere a las fuerzas que permiten que las partículas se mantengan unidas; se puede definir como la resistencia que ofrece la masa de suelo a ser deformada o amasada, las fuerzas que causan la consistencia son: cohesión y adhesión.

*a. Cohesión:* Esta fuerza es debida a atracción molecular en razón, a que las partículas de arcilla presentan carga superficial, por una parte y la atracción de masas por las fuerzas de VAN DER WALLS, u otra (Gavande, 1976)... Además de estas fuerzas, otros factores tales como compuestos orgánicos, carbonatos de calcio y óxidos de hierro y aluminio, son agentes

que integran el mantenimiento conjunto de las partículas. La cohesión, entonces es la atracción entre partículas de la misma naturaleza.

*b. Adhesión:* Se debe a la tensión superficial que se presenta entre las partículas de suelo y las moléculas de agua. Sin embargo, cuando el contenido de agua aumenta, excesivamente, la adhesión tiende a disminuir. El efecto de la adhesión es mantener unidas las partículas por lo cual depende de la proporción Agua/Aire.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se puede afirmar que la consistencia del suelo posee dos puntos máximos; uno cuando está en estado seco debido a cohesión y otro cuando está húmedo que depende de la adhesión.

### **2.1.5 Propiedades Químicas del Suelo**

Las propiedades químicas del suelo, son las características que describen el comportamiento de los elementos, sustancias y componentes que lo integran como la materia orgánica, nutrientes y también algunas sustancias que lo perjudican.

Las propiedades químicas que explicaremos son:

#### ***Potencial de hidrógeno (pH)***

Se refiere al grado de acidez, neutralidad o alcalinidad del suelo, dado por la proporción de iones de hidrógeno ( $H^+$ ) y de hidroxilos ( $OH^-$ ). Químicamente, se define como el logaritmo del inverso de la actividad de iones de hidrógeno ( $H^+$ ), bajo la forma de hidronio ( $H_3O^+$ ), presentes en la solución suelo; se expresa mediante la siguiente fórmula (Jaramillo, 2000).

El pH revela la concentración de iones  $H^+$  y  $OH^-$ . Cuando hay mayor presencia de  $H^+$ , la reacción del suelo es ácida, con pH menor a 7; mientras que con mayor presencia de



OH-, la reacción es alcalina, con pH mayor a 7; si la concentración de ambos iones está en proporciones iguales, la reacción es neutra, y el pH es igual a 7 (Liu, 2012). La escala del pH va de 0 a 14 a 25 °C; no obstante, el rango de pH en los suelos en condiciones naturales no alcanza los valores extremos, sino que varía entre 3.5 a 9.0 (Minag, 2011).

El sistema USDA ha propuesto la siguiente clasificación para los valores de pH determinados en una solución extracto de suelo, cuya relación suelo: agua está en proporción 1:1.

**Tabla 2. Clasificación para los valores de pH**

Valor	Clasificación
< a 3.5	Ultra ácido
3.5 – 4.4	Extremadamente ácido
4.5 – 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1 – 5.5	Fuertemente ácido
5.6 – 6.0	Moderadamente ácido
6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
6.6 – 7.3	Neutro
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino
– 9.0	Fuertemente alcalino
> a 9.0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: Jaramillo, 2000.

El pH del suelo es significativamente más ácido a nivel superficial, esta misma tendencia se observó en el muestreo en perfiles donde el nivel de pH a una profundidad de 0-20 cm fue significativamente más alta que a profundidades de 40-60 cm. Esta tendencia se debe a que la mayor actividad de absorción de las raíces, la acción de los fertilizantes acidificantes como la urea o el cloruro de potasio, así como la lixiviación de los cationes básicos se producen en la capa superficial del suelo (Von Uexküll and Mutert, 1995).

El pH del suelo es una característica primordial en las propiedades químicas, al gobernar muchos de los procesos químicos (Liu y Hanlon, 2012). Específicamente, el pH controla la disponibilidad de los nutrientes; e, indirectamente, el pH tiene influencia sobre los procesos biológicos y la actividad microbiana (MINAG 2011). La mayoría de los cultivos se desarrollan adecuadamente en un suelo con pH entre 5,5 y 7,0, al estar disponibles muchos de los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Minag, Liu y Hanlon). En función de la tendencia ácida o alcalina se tiene una idea de los iones presentes en el suelo. En suelos ácidos, se encuentran  $Al^{+3}$ ,  $Fe^{+3}$  y  $Mn^{+4}$ , mientras que, en suelos alcalinos,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^{+}$  y  $K^{+}$ ; la acidez o alcalinidad está relacionada con las condiciones de pluviometría.

#### ***Conductividad eléctrica C.E. (dS/m):***

Mide la habilidad de la solución suelo para transportar la corriente eléctrica. Los cationes ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$ , y  $NH_4^{+}$ ) y aniones ( $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^{-}$ , y  $HCO_3^{-}$ ), que resultaron de las sales disueltas en el agua del suelo, son los que transportan las cargas eléctricas y conducen la corriente eléctrica. En consecuencia, la concentración de los iones mencionados determina la C.E. del suelo, lo cual, en la agricultura, se lo utiliza como la medida de salinidad del suelo (USDA, 2011). La presencia de estas sales puede interferir en la capacidad

de intercambio de iones, resultando en una deficiencia nutricional para el crecimiento de las plantas; por ello, lo mejor es tener un suelo con baja cantidad de sales. El sistema USDA ha propuesto la siguiente clasificación para la C.E. determinada en una solución extracto de suelo a 25 °C, cuya relación suelo-agua está en proporción 1:1. Los valores son expresados en deciSiemens por metro (dS/m). Un suelo se considera salino a partir de 2dS/m.

**Tabla 3. Clasificación para la Conductividad Eléctrica**

C. E. (dS/m)	Clasificación
0 – 2	No salino
2 – 4	Muy ligeramente salino
4 – 8	Ligeramente salino
8 – 16	Moderadamente salino
Mayor a 16	Fuertemente salino

Fuente: Adaptado de USDA, “Soil Quality Indicator – Soil Electrical Conductivity”.

### ***Materia orgánica (M.O.)***

Son todos los residuos de origen animal y vegetal descompuestos por los microorganismos del suelo. Su contenido es variable y está condicionado principalmente por el clima, la fisiografía del medio local y el sistema de manejo (Zavaleta, 1992). Las propias plantas son una fuente principal de materia orgánica, y su calidad y cantidad están en función del tipo de vegetación. La presencia de ella se mide en porcentaje, y constituye un almacén de

energía y de alimento disponible para las plantas y otros organismos, así como una fuente de formación de los coloides orgánicos (humus) que se acumulan en el suelo (Jaramillo, 2002).

Aunque la materia orgánica es solo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos, la cantidad y el tipo de materia orgánica influye en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo. La cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo, cuando la estructura y la disponibilidad de los nutrientes mejora y existe más diversidad biológica en suelos con un buen manejo de la materia orgánica (Altieri y Nicholls, 2006). En la Tabla siguiente. Se presenta la interpretación de análisis de materia orgánica (%).

**Tabla 4. Interpretación de análisis de M.O**

Materia Orgánica (%)	Clasificación
< 2.0	Bajo
2 – 4	Medio
> 4.0	Alto

Fuente: UNALM-LASPAF

El incremento de la materia orgánica en opinión de (Magdoff y Weil, 2004) puede contrarrestar los efectos negativos de mucha arcilla o demasiada arena. Así el contenido de materia orgánica del suelo suele aumentar la porosidad total y por lo tanto disminuir la densidad dentro de un rango limitado y en determinado suelo la relación es casi lineal. El mayor efecto de la materia orgánica sin embargo está relacionado con la estabilidad de los

agregados, la friabilidad del suelo, la mineralización de nutrientes, la traficabilidad, la captación favorable de agua y propiedades de retención (Doran, et al., 1998).

### ***Contenido de macronutrientes***

Las plantas necesitan de un conjunto de nutrientes para su desarrollo. Existen elementos que son requeridos en grandes cantidades, sobre los 500 ppm, llamados macronutrientes; mientras que otros son requeridos en menor cantidad, usualmente menos de 50 ppm, llamados micronutrientes. Son tres macronutrientes principales que determinan la fertilidad del suelo (COSUDE, 2006; Zavaleta, 1992)

#### *Nitrógeno N (%)*

La mayor parte del N del planeta se encuentra en las rocas ígneas de la corteza y el manto, en una cantidad de  $18 \times 10^{15}$  de  $N_2$  (Silva, 2002); sin embargo, esa forma de N no está disponible para las plantas, por lo menos en el medio plazo. En la naturaleza la principal reserva de N para las plantas es la atmósfera, donde el 78% del aire es N, correspondiente a cerca de  $3,8 \times 10^{15}$  toneladas de nitrógeno molecular  $N_2$ , aunque también existen otras formas gaseosas de N de mucha menor importancia cuantitativa: óxido nitroso ( $N_2O$ ), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y amoníaco ( $NH_3$ ) (Silva, 2002).

De la cantidad de N presente en el suelo, solo una pequeña parte se encuentra en formas asimilables para las plantas, siendo la materia orgánica del suelo, una de las reservas importantes de N puesto que el que, aproximadamente el 98% de este se encuentra formando compuestos orgánicos (Silva, 2002).

Promueve el desarrollo de las hojas y el crecimiento de brotes. Se presenta en el protoplasma celular y constituye las proteínas, clorofila, nucleótidos, alcaloides, enzimas, hormonas y vitaminas. Asimismo, el nitrógeno es alimento de los microorganismos del suelo,

lo que favorece a la descomposición de la materia orgánica por un proceso de desnitrificación. El N puede ser asimilado por las plantas solo en su forma aniónica de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y catiónica de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (Perdomo, 1998; FAO, 2014).

**Tabla 5. Clasificación según la cantidad de Nitrógeno**

Nitrógeno (%)	Clasificación
< 0.032	Extremadamente pobre
0.032 – 0.063	Pobre
0.064 – 0.095	Medianamente pobre
0.096 – 0.126	Medio
0.127 – 0.158	Moderadamente rico
0.159 – 0.221	Rico
> 0.221	Extremadamente rico

Fuente: Moreno, 1978, citado por Fernández, 2006

#### *Fósforo (P)*

El P en los suelos proviene de compuestos fosforados presente en los minerales primarios siendo los principales: apatita, fluorapatita (fosfatos de Ca), estrengita (fosfatos de Fe), variscita (fosfatos de Al) y otros compuestos. El P constituye entre un 0,005 y 0,15% de los compuestos sólidos de la superficie de los suelos, no habiendo una relación directa entre

fósforo total (suma del P orgánico y P inorgánico) y fósforo disponible (Havlin y Beaton, 1998; Pinochet et al., 2001).

El contenido de P orgánico se relaciona directamente al contenido de MO de los suelos y usualmente es mayoritario en los suelos que no han recibido fertilización (Pinochet et al., 2001). Dentro de los compuestos fosforados de la materia orgánica, alrededor del 50% del P orgánico no ha sido clasificado, y dentro de los compuestos conocidos, los más abundantes son los fosfatos de inositol (10-50%), los fosfolípidos (1-5%) y los ácidos nucleicos (0,2-2,5%) (Havlin y Beaton, 1998).

Contribuye a la formación de las raíces, frutos y semillas, y a la floración. Es constituyente de la célula viva, nucleótidos, lecitinas y enzimas. Este elemento participa en las transferencias de energía. El P existe en la solución del suelo como ion ortofosfato:  $H_2PO_4^-$  - en condiciones ácidas, y  $HPO_4^{2-}$  - en condiciones alcalinas (Busman, 2002). Las formas disponibles para las plantas representan solo una pequeña fracción del P total contenido en la solución del suelo (Rojas, 2006).

#### *Potasio K (ppm)*

Según (Lester et al. 2007) el potasio es abundante en muchos suelos, sin embargo, la cantidad de potasio disponible para las plantas es muy pequeña en comparación con otras formas de potasio. El potasio está presente en el suelo en muchas formas, incluyendo el potasio mineral (90 a 98 por ciento del total), potasio no intercambiable, potasio intercambiable, y potasio en solución (iones  $K^+$ ). Las plantas solo pueden tomar el K directamente de la solución suelo, la toma del nutriente depende de la planta y de factores ambientales. Por ejemplo, la adecuada humedad es necesaria para facilitar la difusión de potasio (que por lo general representa el 75 por ciento del movimiento de potasio) a las raíces de la planta.

Según (Thompson y Troeh, 2002) el potasio existe en el suelo como un ion potasio ( $K^+$ ), en estructuras minerales y como ion potasio no hidratado es un componente importante de las micas y de algunos feldespatos. Es casi tan grande como el ion oxígeno y se ajusta tan perfectamente en algunos huecos de las estructuras argílicas, que puede "fijarse" en ellos y alcanzar un estado casi inaccesible a los procesos de intercambio. Ese potasio inmovilizado ocupa el mismo tipo de huecos que los iones potasio que mantienen unidas las capas de las micas. El potasio cambiante ocurre en forma hidratada, atraído por los puntos cargados negativamente de la arcilla y de la materia orgánica.

Esos iones potasio hidratados son retenidos menos firmemente que los demás cationes macronutrientes, como el calcio y el magnesio. Gracias a la relativamente baja energía de atracción, los iones potasio hidratados atraídos a las micelas, se intercambian con facilidad y pueden modificar su posición sobre la superficie micelar sin demasiada dificultad.

El potasio favorece la resistencia de la planta frente a las enfermedades y eventos climáticos extremos, como son la sequía y las heladas. Participa en la fotosíntesis, en la síntesis de las proteínas y en la activación de las enzimas; incluso, mejora la calidad del fruto. El contenido total de K en el suelo a exceder los 20 000 ppm, pero gran parte se encuentra como componente estructural de los suelos minerales, no siendo asimilables por 19 las plantas. El K disponible es el que se encuentra disuelto en la solución del suelo, y en los sitios de intercambio en la superficie de las partículas de arcilla (Rehm, 2002). En la Tabla 6. Se presenta la interpretación de análisis de Fósforo y Potasio disponibles (ppm).



**Tabla 6. Interpretación de análisis de Fósforo y Potasio disponibles**

P (ppm)	K (ppm)	Clasificación
< 7	Menor a 100	Bajo
7 – 14	100 – 200	Medio
> 14	Mayor a 200	Alto

Fuente: UNALM-LASPAF

### ***Capacidad de intercambio catiónico (CIC)***

Las arcillas y la materia orgánica tienen la propiedad de comportarse como iones de carga negativa, aniones, de forma que son capaces de retener o adsorber cationes. Esta capacidad del suelo es lo que permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas, que de otra forma estarían en la solución del suelo fácilmente disponibles para su lavado en profundidad. Así, cuanto mayor sea esta capacidad mayor será la fertilidad natural del suelo.

Cada tipo de arcilla y cada tipo de materia orgánica tiene una C.I.C. diferente. Está relacionada a la mineralogía y contenido de arcilla, y a la cantidad de materia orgánica presente. De esta forma, los suelos arcillosos y ricos en materia orgánica del suelo, con gran capacidad de intercambio, tienen un fuerte poder amortiguador, puesto que necesitan una gran cantidad de  $\text{Ca}^{+2}$  para sustituir a todos los  $\text{H}^{+}$ . En cambio, los suelos arenosos que tienen poca capacidad de intercambio, tienen un débil poder amortiguador, y cuando son ácidos necesitan pequeñas adiciones de  $\text{Ca}^{+2}$  para neutralizar su acidez (Fuentes, 1994). En la Tabla 7. Se presenta la interpretación de análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g.)

**Tabla 7. Interpretación de análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico**

CIC Total meq/100 g	Clasificación	Observaciones
0 – 10	Muy Bajo	Suelo muy pobre; necesita aporte importante de materia orgánica para elevar CIC.
10 – 20	Bajo	Suelo pobre; necesita aporte de materia orgánica.
20 – 35	Medio	Suelo medio
35 – 45	Medio alto	Suelo rico
> 45	Alto	Suelo muy rico

Fuente: Garrido, S. 1993.

### **2.1.6 Clasificación del suelo**

La clasificación de los suelos es el ordenamiento de los diferentes suelos en grupos que tiene propiedades semejantes, con el propósito de facilitar las actitudes de un suelo por comparación con otros de la misma clase cuyas propiedades se conocen, de acuerdo a las necesidades que se requiera para cada caso.

Los suelos tienen estrecha relación con la característica mineralógica del material parental a partir del cual derivan y están influenciados por la actividad biótica y el clima predominantes.

Es importante determinar fisiográficamente el área de estudio, por cuanto se necesita establecer las Fases de Pendiente. Estas fases están referidas al grado de inclinación de las laderas montañosas respecto a la horizontal y que esta expresado en porcentaje, constituye un

parámetro importante no solo en la génesis sino también en los lineamientos propuestos para el uso adecuado y prácticas de manejo de los suelos. Las fases por pendiente se pueden apreciar a continuación:

**Tabla 8. Fases por Pendientes**

<b>Símbolo</b>	<b>Rango de Pendiente (%)</b>	<b>Término Descriptivo</b>
A	0-4	Plana a ligeramente inclinada
B	4-8	Moderadamente inclinada
C	4-15	Fuertemente inclinada
D	15-25	Moderadamente empinada
E	25-50	Empinada
F	50-75	Muy empinada
G	>75	Extremadamente empinada

Fuente: Elaboración propia.

Las clasificaciones de los suelos están dadas de acuerdo a las necesidades que se requiera, en esta tesis se clasificarán los suelos según su capacidad de uso mayor y su uso actual.

### **2.1.7 Clasificación según su Capacidad de Uso Mayor**

De acuerdo al Decreto Supremo 017-2009-AG, del ministerio de agricultura se aprueba el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.

La Capacidad de Uso Mayor (CUM) de una superficie geográfica es definida como su aptitud natural para producir en forma constante, bajo tratamientos continuos y usos específicos.

Se considera a la Clasificación de las Tierras según su Capacidad de Uso Mayor (CUM) un sistema eminentemente técnico-interpretativo cuyo único objetivo es asignar a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado. En este caso las interpretaciones son predicciones sobre el comportamiento del suelo y los resultados que se puede esperar, bajo determinadas condiciones de clima y de relieve, así como de uso y manejo establecidas.

Se necesita conocer las características edáficas y las características climáticas, En las características edáficas podemos mencionar las siguientes: pendiente, profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, peligro de anegamiento y fertilidad natural superficial. En las características climáticas consideramos: precipitación, temperatura, evapotranspiración, estas características son influenciadas por la: altitud y latitud. Todas ellas son consideradas en las zonas de vida (Holdridge).

Una unidad de tierra clasificada para una aptitud determinada debe ser para su uso sostenible, es decir, para una productividad óptima y permanente bajo un sistema de manejo establecido. Ello implica que el uso asignado deberá conducir a la no degradación del suelo, por procesos tales como la erosión, la salinización, el hidromorfismo y otros.

Según su CUM los suelos se clasifican en 05 grupos, estos grupos son determinados mediante el uso de las claves de las zonas de vida. Los grupos son siguientes:

*Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (A).* Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en

limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea: cultivos permanentes, pastos, producción forestal, y protección, en concordancia con las políticas e interés social, sin contravenir los principios del uso sostenible.

*Tierras Aptas para Cultivo Permanente (C)*. Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea de la producción de pastos, la producción forestal o protección.

*Tierras Aptas para Pastos (P)*. Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), también podrán destinarse, para la producción forestal o Protección.

*Tierras Aptas para Producción Forestal (F)*. Agrupa a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, sí para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o Protección.

*Tierras de Protección (X)*. Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este

sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección.

Según su CUM los suelos estos grupos mencionados anteriormente, también se pueden clasificar por su calidad agrológica, esta calidad agrológica se puede dar en 03 clases de calidad: Calidad Alta, Calidad Media y Calidad Baja, estas clases son determinadas mediante la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes. Es decir, representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo. Solo el grupo de Protección no presentan clases de capacidad de uso, debido a que presentan limitaciones tan severas de orden edáfico, climático o de relieve, que no permiten la producción sostenible de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, ni producción forestal.

Las clases de calidad agrológica son las siguientes:

Calidad Agrológica Alta **(1)**. Comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad.

Calidad Agrológica Media **(2)**. Corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.

Calidad Agrológica Baja **(3)**. Reúnen a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada.

Existe una Subclase de la CUM de los suelos, los que lo constituyen la tercera categoría del presente Sistema de Clasificación de Tierras. Es establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las

tierras. Se han sido reconocidos 06 tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad:

Limitación por suelo (s). Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad de suelo, tales como: profundidad efectiva, textura dominante, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión.

Limitación de sales (l). Si bien el exceso de sales, nocivo para el crecimiento de las plantas es un componente del factor edáfico, en la interpretación esta es tratada separadamente por constituir una característica específica de naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras, es de importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos.

Limitación por topografía-riesgo de erosión (e). La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de la superficie del suelo influye regulando la distribución de las aguas de esorrentía, es decir, determinan el drenaje externo de los suelos. Por consiguiente, los grados más convenientes son determinados considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente, se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, en un mismo plano, que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos.

Limitación por drenaje (w). Esta limitación está íntimamente relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza del substrato y la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen

considerablemente en la fertilidad, la productividad de los suelos, en los costos de producción y en la fijación y desarrollo de los cultivos.

Limitación por riesgo de inundación (i). Involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la integridad física de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo seriamente el cuadro de especies a cultivarse.

Limitación por clima (c). Este factor está íntimamente relacionado con las características particulares de cada zona de vida o bioclima tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas, sequías prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Estas son características que comprometen seriamente el cuadro de especies a desarrollarse.

Además, también se reconocen 03 condiciones especiales que caracterizan la subclase de capacidad:

Uso Temporal (t). Referida al uso temporal de los pastos debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación).

Terraceo o andenería (a). Está referida a las modificaciones realizadas por el hombre, en pendientes pronunciadas construyendo terrazas (andenes), lo cual reduce la limitación por erosión del suelo y cambia el potencial original de la tierra.

Riego permanente o suplementario (r). Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas.



### **2.1.8 Clasificación según su Uso Actual de la Tierra**

La clasificación se realizó en base al sistema de clasificación de uso de las tierras propuesto por la unión geográfica internacional (UGI). Debido a su carácter internacional, porque los resultados de los estudios que emplean este sistema son compatibles con otros importantes proyectos sobre el uso de la tierra, ya terminados o en ejecución, y debido a que sus categorías básicas pueden ampliarse, en tal forma que describan completamente la variedad de usos encontrada en la zona.

Las 06 categorías de clasificación de la Unión Geográfica Internacional, son las siguientes:

1. Terrenos Urbanos y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas.
2. Terrenos con Vegetación Desértica.
3. Terrenos con Vegetación Cultivada.
4. Terrenos Pantanosos o Cenagosos.
5. Terrenos de Bosques.
6. Terrenos Sin Uso y/o Improductivos.

### **2.1.9 Calidad del Suelos**

Definir lo que es la calidad del suelo o tratar de enmarcar el concepto dentro de un esquema de lo que es un suelo bueno o un suelo malo, no es fácil de precisar, en muchas ocasiones la calidad de los suelos está parametrizados por el tipo de actividad que se efectúa en la región.

Maurice et al, (1998), explica que la calidad del suelo puede tener muchas definiciones dependiendo de la perspectiva sobre la cual se analiza, sin embargo, la esboza como un compuesto de condiciones específicas que le permiten al suelo funcionar para un uso en particular.

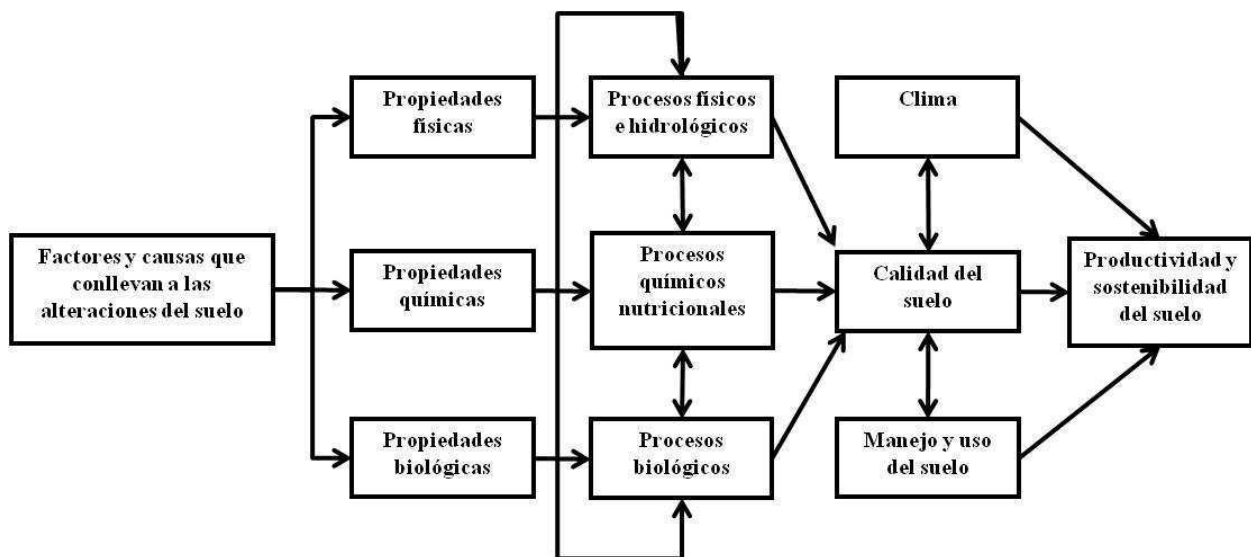
El USDA (1999), define calidad del suelo como la “capacidad de funcionar de un tipo específico de suelo”. (Johnson et a, 1997), indica que la calidad del suelo es una medida de las condiciones del suelo relativas al requerimiento de una o más especies y/o a la necesidad humana.

Lal (1998), define la calidad del suelo como un conjunto de capacidades del mismo para realizar funciones específicas y en términos de agricultura lo define como su capacidad para lograr producciones sostenibles, mencionando además que existe un fuerte vínculo entre la calidad de los suelos y la agricultura sostenible.

En el contexto de las tierras de la comunidad campesina de San Antonio de Sunec y atendiendo a las reseñas de literatura anteriormente mencionadas, una propuesta para la definición de calidad de suelos es “la capacidad de un suelo para ser productivo y beneficioso a los seres vivos, como respuesta a la interacción de variables fisicoquímicas y biológicas que en su conjunto determinan el mejoramiento o la degradación de la calidad”.

Idowu. et al. (2008), hace una representación simplificada de la calidad de los suelos integrando las variables físicas, químicas y biológicas.

La calidad de los suelos es el resultado de su proceso de formación la cual le confiere sus propiedades físicas, químicas y biológicas, sumadas al clima de su entorno y al manejo o uso del suelo. (Lal, 1994). La figura a continuación hace referencia a esta relación.



**Figura 1.** Factores y causas de alteraciones del suelo.

Fuente: Idowu. et al. (2008)

Los estándares de calidad ambiental (ECA) para los suelos constituyen indicadores que miden el nivel de concentración de parámetros químicos presentes en el suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representan riesgo significativo para la salud en las personas ni el ambiente.

Los estándares de calidad ambiental para los suelos son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia. En nuestro caso es para determinar la información base de los suelos de esta comunidad campesina.

Se necesita comparar los suelos con los ECA, para saber si estos suelos tienen características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humana y al ambiente.

El ECA para Suelo regula 21 parámetros que permiten medir el nivel de concentración de elementos químicos presentes en el suelo. En nuestro caso solo se realizó los análisis de los parámetros inorgánicos (Cianuro libre, Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo VI, Mercurio y Plomo), además de la Fracción F1 y F2 de hidrocarburos totales de petróleo.

Estos parámetros inorgánicos son metales pesados y pueden causar daños al ambiente y los seres vivos. A continuación, mencionamos algunos de sus efectos en los seres humanos:

Arsénico (As) Bronquitis; cáncer de esófago, laringe, pulmón y vejiga; hepatotoxicidad; enfermedades vasculares.

Berilio (Be) Irritación de las membranas mucosas y de la piel; cáncer de pulmón.

Cadmio (Cd) Bronquitis, enfisema; nefrotoxicidad; infertilidad; cáncer de próstata; alteraciones neurológicas; hipertensión; enfermedades vasculares.

Cromo (Cr) Nefrotoxicidad; hepatotoxicidad; cáncer de pulmón.

Mercurio (Hg) Alteraciones neurológicas; afecciones del sistema respiratorio.

Plomo (Pb) Alteraciones neurológicas (disminución del coeficiente intelectual infantil); nefrotoxicidad; anemia; cáncer de riñón.

Hidrocarburos Totales (F1 y F2) cáncer o defectos de nacimiento.

### **2.1.8 Caracterización del Suelo**

El suelo se caracteriza por su estructura, color, consistencia, textura y presencia de raíces, rocas y carbonatos. Estas propiedades hacen posible que se puedan interpretar cómo funciona el ecosistema y que puedan recomendar un uso del suelo que no suponga un impacto significativo en su ecosistema.

Para esto es necesario poder conocer los perfiles del suelo como los horizontes que lo conforman, este punto es primordial y se realiza en la fase de campo.

### **2.1.9 Perfil del Suelo**

Bukman (1993), indica que las características de un suelo determinado, tal como se encuentra en el campo. Si realizamos un corte en la sección a través de este suelo se hallarán las capas horizontales. Un corte así se llama perfil y las capas horizontales, horizontes situados encima del material originario se designa colectivamente por la palabra latina solum, cada suelo bien desarrollado, completo, no metamorfoseado, tiene sus características particulares de perfil.

Por otra parte, Oñate (1999), sostiene que el horizonte es un suelo desarrollado " in situ ", ubicado en forma aproximadamente paralela a la superficie y con características generales por los procesos, factores y agentes de formación del suelo. En el campo, a los horizontes se los describe en base a sus propiedades físicas, químicas y biológicas como: textura, estructura, color, porosidad, límite y continuidad del horizonte, pH, contenidos de materia orgánica, etc. El espesor y profundidad de cada horizonte se determina a partir de la superficie del suelo hacia abajo y en ningún caso en sentido inverso.

La descripción de los diferentes horizontes que constituyen un perfil de suelos es la base principal para su clasificación e interpretación en categorías definidas. Para estos casos inicialmente se procede a la identificación del terreno mediante la hoja de barrenación, en la que se enfocan aspectos muy particulares del suelo. Una vez conocidos los rasgos generales del suelo con fines de clasificación, previo a describir el perfil modal (perfil modelo) que identifica a los suelos de la zona en estudio, se debe analizar en el campo de manera profunda las características de cada uno de los horizontes que constituyen el perfil mediante la observación detallada.

También Oñate (1999), sostiene que la morfología del suelo ha sido estudiada en gran parte bajo condiciones de campo. Se evalúa la morfología de un suelo examinando el perfil "in situ." "... Luego cada horizonte se observa y se describe cuidadosamente: los límites de los horizontes se señalan más precisamente tal como se requiere para un estudio detallado. La morfología trata de la forma como está estructurado el suelo, es decir su anatomía. A partir de este principio Brewer 1864 utilizó el término EDAFOLOGÍA que se lo define como la descripción sistemática de suelos basados en observaciones de campo y en datos obtenidos sobre el tamaño, forma, descripción e identificación de sus constituyentes.

Cabe destacar que el suelo y el paisaje cambian continuamente desde el punto de vista físico-químico y biológico. Estos cambios o transformaciones se deben a la energía radiante del sol y a la que emana del interior la tierra, la misma que se efectúa en el suelo a través de los procesos de:

- Hidratación y secado.
- Calentamiento y enfriamiento.
- Evapotranspiración e intemperización.
- Erosión (incluso lixiviación) depósitos de material; y
- La fotosíntesis que es importante en todo lo que constituye el cuerpo del suelo.

Sostiene también que el calor y la luz son transformados por medio de la evapotranspiración; la fotosíntesis y la descomposición de materiales son también parte importante, tomando en cuenta que los constituyentes que participan en los procesos mencionados son gases y extractos en solución o suspensión. Al referirnos a las reacciones exotérmicas estas predominan en los diferentes intemperismos, las reacciones endotérmicas

influyen en el crecimiento de los organismos sean estas plantas o animales, de ahí que los intercambios y transacciones se verifican entre las plantas y el suelo.

### **2.1.10 Muestreo del Suelo**

Arcos (2008), indica al considerar el análisis de suelos el primer problema que se nos presenta es la toma de muestras, que sean representativas del área en estudio. Las variaciones de composición de los suelos, debido a su origen, cultivos realizados, labores realizadas, etc. Son las causas de los mayores errores de muestreo; de allí que, es muy necesario multiplicar el número de muestras compuestas para obtener información útil e importante para una correcta fertilización de carácter orgánica e inorgánica.

El suelo es un ente heterogéneo por lo que se necesita delimitar unidades homogéneas para establecer sus características. El muestreo es una actividad que permite obtener una muestra representativa (imagen, reflejo) del área a muestrear, considera la variabilidad del terreno, el manejo y la elaboración de la muestra y la toma de fracciones para la evaluación analítica.

El muestreo de suelo es la fase preliminar de todo proceso de análisis de suelo.

El objetivo del muestreo define la metodología a emplear. Por ejemplo, el muestreo que se realiza para clasificar taxonómicamente un suelo es diferente del muestreo que se hace para evaluar su fertilidad, propiedades físicas, condiciones hídricas, etc. (Schoeneberger et al., 1998).

Los análisis de suelos en el laboratorio se hacen siguiendo metodologías bastante detalladas y con técnicas analíticas cada vez más exactas y precisas (Gutiérrez, 1997; Ruíz, 1997). Así que la fuente de error más grande se halla en el muestreo.

### ***Precauciones***

Tener cuidado de no muestrear en áreas cercanas a taperas viejas o corrales, caminos, zanjadas, aguadas, sectores de carga o descarga de fertilizantes y construcciones, teniendo siempre la precaución de dejar una distancia de 50 m. desde los alambrados perimétricos (Mayhua y col, 2008).



### **III.MÉTODO**

A continuación, los procedimientos y técnicas realizadas en forma ordenada y sistemática para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación. Tales como la metodología del trabajo de investigación, el tipo de investigación, ámbito temporal y espacial, las variables, población, los procedimientos y análisis de datos realizados.

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Según Hernández (2014) El enfoque cuantitativo (que representa, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase (pág. 4).

También nos dice, que con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas (pág. 92).

Por lo cual nuestro trabajo de investigación de la tesis es de tipo cuantitativo y de nivel descriptivo, porque se busca determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos de un determinado lugar. Se pretende recoger la información de manera conjunta sobre los conceptos o variables establecidas. Ya que su finalidad es describir las condiciones fisicoquímicas del suelo de la comunidad de San Antonio de Sunec, ubicado entre los departamentos de Pasco y Huánuco.

## **3.2 Ámbito Temporal y Espacial**

### **3.2.1 Ámbito Temporal**

La información recopilada sobre la descripción del área de la comunidad de San Antonio de Sunec y las tomas de muestras, se realizaron en la visita de campo realizada en julio y agosto del 2016.

### **3.2.2 Ámbito Espacial**

Políticamente el área del trabajo de investigación, se encuentra ubicado en el distrito de Panao, provincia de Pachitea, departamento de Huánuco, así como también en el distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco y dentro de los terrenos superficiales de la Comunidad de San Antonio de Sunec.

Geográficamente, se encuentra en la sierra noreste del Perú, al norte del nevado Huaguruncho, aproximadamente entre los 2 650 y 4 550 m.s.n.m.

El área de investigación de la tesis tiene un extensión de 11 958.68 ha.

La coordenada UTM es:

Este	:	400 702
Norte	:	8 854 722
Zona	:	18 SUR
Altitud	:	3 645 m.s.n.m.
Datum	:	WGS 84

Para acceder al área de la comunidad se parte desde la ciudad de Lima vía asfaltada con destino a La Oroya, luego se toma el desvío con destino a Huánuco llegando hasta Aurora, desde donde se toma la ruta hacia Tielacayan, posteriormente se continua por vía sin afirmar hacia el centro Poblado de San Antonio de Sunec. El recorrido total asciende a 413 km en aproximadamente 11 h 15 min.

El área de estudio esta predominantemente configurada por una formación montañosa con relieve empinado, la cual está constituida principalmente por materiales líticos de naturaleza intrusiva.

Se ha diferenciado predominancia de laderas de montañas altas, con relieve ondulado ha quebrado y abrupto, dominando por laderas con pendientes de moderada a extremadamente empinada (15 a +75%), y con frecuentes afloramientos rocosos. En el fondo de valle, se presentan cauces de quebradas con pendiente dominante de plana a fuertemente inclinada y moderadamente empinada (0-25%).

La descripción del clima fue realizada teniendo en cuenta las características de las zonas de vida, en las cuales se ubica el área de estudio y estas son: bosque pluvial montano Tropical (bp-MT), páramo pluvial Subalpino Tropical (pp-SaT) y tundra pluvial Alpino Tropical (tp-AT), por lo cual la biotemperatura media anual en el área de estudio del trabajo de investigación puede variar entre 6°C y 12°C.

El área de estudio, está constituida principalmente por materiales líticos de naturaleza intrusiva que afloraron entre el Pérmico inferior y Triásico inferior siendo denominado Granito del Paucartambo. Mientras que, las formaciones de fondo de valle, están conformadas por depósitos fluvio glaciares o morrénicos con distribución irregular de las gravas en el perfil del suelo.

Según (Holdridge, 1947) define como conjuntos naturales de asociaciones (segundo orden en su sistema jerárquico) sin importar lo diferentes que sean (unidades de paisaje o de medios ambientales), pudiendo variar desde pantanos hasta crestas de colinas. Comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales: calor, precipitación y humedad. Mediante el empleo del Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1994), basado en el sistema de clasificación de zonas de vida, que utiliza los sistemas bioclimáticos como parámetros para definir la composición florística, mediante las evaluaciones de campo en el área de la comunidad campesina se identificaron las zonas de vida: bosque pluvial montano Tropical (bp-MT), páramo pluvial Subalpino Tropical (pp-SaT) y tundra pluvial Alpino Tropical (tp-AT),

Se han identificado siete (07) Unidades de Vegetación en el área de investigación de la tesis, las cuales son:

Bosque de Montaña Altimontano (Bm-al)

Bosque Húmedo Altimontano (BH-AL)

Pajonal Andino (Pj)

Pajonal Húmedo (Pj-hu)

Roquedales (Ro)

Matorral Arbustivo (Ma)

Áreas de Cultivo (Ac)

### **3.3 Variable**

Las variables del trabajo de investigación son las siguientes:

### 3.3.1 Variable Dependiente

Caracterización taxonómica del suelo.

Calidad de los suelos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental del suelo.

### 3.3.2 Variables Independientes

Características físicas y químicas del suelo.

Los Estándares de Calidad Ambiental del suelo (ECA).

## 3.4 Población y Muestra

### 3.4.1 Población

La población es este estudio fueron las muestras de los suelos de la comunidad de San Antonio de Sunec.

### 3.4.2 Muestra

Para determinar el número de muestras se realizó el muestreo utilizando el criterio del Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos (DS 013-2010-AG), que nos indica realizar una calicata por unidad fisiográfica, considerando el nivel de estudio exploratorio de 5to orden (Art. 21°).

**Tabla 9. Ubicación de las calicatas**

Estación	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)
		WGS 84 (Zona 18S)		
		Este (m)	Norte (m)	

MuCs-01	20/07/2016	399 355	8 857 168	3 372
MuCs-02	20/07/2016	401 256	8 858 735	3 150
MuCs-03	21/07/2016	400 517	8 856 773	2 900
MuCs-04	21/07/2016	401 894	8 854 239	3 346
MuCs-05	22/07/2016	397 152	8 853 161	3 523
MuCs-06	22/07/2016	396 437	8 853 339	3 900
MuCs-07	23/07/2016	399 894	8 860 803	3 350
MuCs-08	23/07/2016	398 921	8 861 369	3 710
MuCs-09	23/07/2016	401 783	8 860 186	3 233
MuCs-10	23/07/2016	401 965	8 862 196	3 677
MuCs-11	23/07/2016	401 157	8 862 637	3 787
MuCs-12	23/07/2016	402 081	8 861 263	3 285
MuCs-13	24/07/2016	402 944	8 860 208	2 954
MuCs-14	24/07/2016	401 444	8 852 297	3 500
MuCs-15	24/07/2016	400 462	8 851 929	3 900
MuCs-16	24/07/2016	399 981	8 854 816	3 434
MuCs-17	25/07/2016	402 595	8 858 228	3 070
MuCs-18	31/07/2016	404 180	8 857 659	3 361
MuCs-19	31/07/2016	403 451	8 855 341	3 508

---

MuCs-20	02/08/2016	398 306	8 849 909	3 746
MuCs-21	01/08/2016	402 786	8 852 021	3 450
MuCs-22	31/07/2016	402 312	8 856 423	3 362
MuCs-23	28/07/2016	402 669	8 851 361	3 579
MuCs-24	28/07/2016	402 857	8 849 663	3 595
MuCs-25	28/07/2016	403 385	8 852 748	3 963
MuCs-26	29/07/2016	403 259	8 849 266	3 977
MuCs-27	02/08/2016	400 640	8 849 517	4 227
MuCs-28	29/07/2016	401 654	8 848 196	4 073
MuCs-29	29/07/2016	402 254	8 848 192	3 750
MuCs-30	29/07/2016	401 796	8 846 926	4 008
MuCs-31	28/07/2016	402 187	8 850 942	3 700

---

Fuente: Elaboración propia

La selección de los puntos de muestreo para determinar la calidad del suelo de la comunidad de San Antonio de Sunec, se ha basado en los procedimientos descritos en la guía para muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, para ello se definieron diez (10) estaciones de muestreo, las cuales se ubicaron buscando la representatividad de toda el área de investigación de la tesis. Los cuales se muestran a continuación.

**Tabla 10. Ubicación de los puntos de muestreo de suelos**

Estación	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)
		WGS 84 (Zona 18 S)		
		Este (m)	Norte (m)	
MuCas-01	A 15 m del río Huariachaca/Yanacucho, aproximadamente a 450 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Huarapatay	400 517	8 856 773	2 900
MuCas-02	En la ladera del cerro Rumichaca, a 100 m de la vía Sunec-Ticlacayan	397 152	8 853 161	3 523
MuCas-03	En la ladera del cerro Pachamanchay, a 300 m de la quebrada Rumichaca	399 071	8 860 978	3 547
MuCas-04	Al pie del cerro Amapola, a 65 m de la quebrada Amapola	401 444	8 852 297	3 500
MuCas-05	A 300 m de la quebrada Lachoga, aproximadamente a 830 m aguas arriba de la confluencia con el río Huariachaca/Yanacucho	402 944	8 860 208	2 954
MuCas-06	Adyacente al camino que lleva a Villa Carrión, a 550 m del río Huariachaca/Yanacucho	402 595	8 858 228	3 070
MuCas-07	En la ladera del cerro Huayrachina, a 600 m de la quebrada Turmaña	402 527	8 854 449	3 500
MuCas-08	Al pie del cerro Yanacucho, adyacente a la quebrada Pistonpampa	402 941	8 851 483	4 073
MuCas-09	A 500 m de la quebrada Alambrajasha	401 654	8 848 196	3 554
MuCas-10	Al pie del cerro Hurahonio, a 300 m del	398 306	8 849 909	3 746



Fuente: Elaboración propia

### **3.5 Instrumentos**

Los instrumentos utilizados para el trabajo de investigación fueron los siguientes:

#### **3.5.1 Equipos**

- ✓ GPS
- ✓ Cámara fotográfica (Alta resolución)
- ✓ Calculadora

#### **3.5.2 Materiales**

- ✓ Carta nacional de 21 l del IGN (Escala 1: 100 000).
- ✓ Frascos (entregados por el laboratorio)
- ✓ Bolsas de muestras (entregados por el laboratorio)
- ✓ Cooler (para las muestras)
- ✓ Reactivos (preservantes, entregados por el laboratorio)
- ✓ Etiquetas (para las muestras)
- ✓ Guantes descartables
- ✓ Tapaboca
- ✓ Pala Plana

- ✓ Barreta de 1.5 m.
- ✓ Botas
- ✓ Pizarra acrílica pequeña
- ✓ Cinta métrica de 3 m.
- ✓ Marcador
- ✓ Papel y lapicero
- ✓ Cinta adhesiva transparente

### **3.6 Procedimiento**

Se realizó integrando la información obtenida en la interpretación de la imagen satelital proporcionado por el servidor Google a través del análisis fisiográfico, el reporte del análisis de caracterización de las muestras de suelos y la información recabada durante el trabajo de campo, el muestreo de suelos para la presente tesis, fue realizado los días 22, 23,24, de julio y 02 de agosto del 2016.

Las muestras tomadas serán puntuales; por lo tanto, serán colectadas en un determinado momento y lugar en los puntos escogidos estratégicamente de acuerdo a los estándares establecidos, para lo cual se han considerado treinta y uno (31) puntos de monitoreo para determinar las características de estabilidad estructural y densidades de los perfiles del suelo y diez (10) puntos de control de calidad de suelos los que serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental del suelo.

Se tuvo en consideración para analizar la calidad del suelo los procedimientos establecidos la guía para muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 011-2017-

MINAM -ECA Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos aprobada mediante R.M. N° 182-2017-MINAM.

**Tabla 11. Parámetros analizados – Calidad de Suelo**

Parámetros		Unidades	Norma de Referencia
Fisicoquímicos	Potencial Hidrogeno	de pH	ES_EPA9045
	Cromo Hexavalente	mg/kg	ES_EPA3060_7196
	Mercurio	mg/kg	ES_EPA7471
	Cianuro Libre	mg/kg	ES_EPA9013_APHACNF
Metales	Arsénico	mg/kg	ES_EPA3051_6020
	Bario	mg/kg	ES_EPA3051_6020
	Cadmio	mg/kg	ES_EPA3051_6020
	Plomo	mg/kg	ES_EPA3051_6020
Fracción de Hidrocarburos	F1 (C5-C10)	mg/kg	ES_EPA8015_GRO_MG_KG
	F2 (C10-C28)	mg/kg	ES_EPA8015_DRO_MG_KG

Fuente: SGS del Perú S.A.C

Es importante mencionar que se ha realizado el muestreo del suelo, el cual consiste en obtener una muestra homogénea de los 30 cm superficiales del perfil del suelo.

Para la realizar la evaluación edafológica, se consideró los lineamientos y consideraciones establecidos en el Manual de Levantamiento de Suelos del Departamento de

Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Manual, 1993) y en el reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos (D.S. 013-2010-AG). La clasificación taxonómica de los suelos se ha realizado de acuerdo a las definiciones y consideraciones establecidas en el Manual de Taxonomía de Suelos (Keys of Soil Taxonomy, 2014).

Los parámetros de caracterización de Suelo son el pH, Conductividad, CaCO<sub>3</sub> %, Materia Orgánica, Análisis Mecánico, Clase Textual, C.I.C, Cationes Cambiables, Suma de Cationes, Suma de Bases, Saturación de Bases %, Potasio (ppm).

En la ejecución del muestreo para la obtención y toma de las muestras a ser analizadas, participaron el bachiller optante y dos personas calificadas para realizar la toma de muestras. Las muestras fueron tomadas haciendo uso de guantes quirúrgicos y tapabocas para evitar cualquier tipo de contaminación cruzada.

Para obtener muestras representativas y no alteradas, el material a utilizarse debe estar exento de contaminantes, por lo que los frascos de polietileno y vidrio se mantuvieron completamente limpios hasta llegar al lugar de muestreo, finalmente estos recipientes son rotulados con una etiqueta. Todos los frascos y coolers fueron suministrados por SGS del Perú S.A.C., laboratorio especializado y acreditado.

Se llevaron a cabo registros de campo y las muestras fueron enviadas al laboratorio SGS del Perú S.A.C. con la respectiva cadena de custodia, la cual lleva el nombre y firma del encargado de hacer el muestreo.

Se adjuntan las Fichas de identificación de cada estación de muestreo en los Anexos del presente trabajo de investigación.

Todas las actividades se realizaron de acuerdo a un programa establecido previa coordinación y programación con los involucrados:

### **3.6.1 Actividades Previas:**

Uso de los medios de transporte necesarios para llegar al punto de muestreo.

### **3.6.2 Duración de muestreo.**

Definición del tipo de monitoreo, el cual será puntual.

Definición del tipo de muestra, la cual será: Suelo.

## **3.7 Análisis de Datos**

### **3.7.1 Proceso de Muestreo:**

#### ***Pre- Muestreo:***

- ✓ Muestreo: Materiales, Cooler, Preservantes.
- ✓ Preparación de Documentos: Cadena de custodia, cuaderno de campo.
- ✓ Embalaje del Material de Muestreo y Equipos.

#### ***Muestreo:***

- ✓ Identificación del Punto de Monitoreo.
- ✓ Rotulado de la Muestra.
- ✓ Toma de Muestra.
- ✓ Preservación de la muestra.
- ✓ Control de calidad.
- ✓ Registros.

- ✓ Embalaje y transporte de la muestra.

### **3.7.1 Análisis de las Muestras:**

Las muestras recolectadas serán analizadas en un laboratorio certificado para dicho fin; este laboratorio corresponde a UNALM (Caracterización de Suelo) y SGS (Calidad de Suelo).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Caracterización de los Suelos

En el área de estudio de la tesis, la comunidad de San Antonio de Sunec, se ha identificado catorce (14) unidades de suelos pertenecientes principalmente a los Inceptisols, caracterizados por su incipiente desarrollo genético con presencia de epipedón úmbrico y con o sin horizonte subsuperficial de diagnóstico; con menos ocurrencia se encuentra suelos Entisols con escaso o mínimo desarrollo genético e Histosols, caracterizados por su naturaleza orgánica.

Los suelos Amapola, Ñauran y Piñapampa corresponden al Gran Grupo Humicryepts; los suelos Huarapatay, Yuracocha, Lachoga, Racra, Rumichaca, Yanacocha, Pistonpampa y Yanacucho pertenecen al Gran Grupo Humudepts y el suelo San Juan al Gran Grupo Dystrudepts, todos dentro de los Inceptisols. Mientras que, el suelo Turmaña se encuentra dentro del Gran Grupo Udorthents y el suelo Alambrajasha dentro del Gran Grupo Haplohemists; pertenecientes a los Entisols e Histosols, respectivamente. Las unidades de suelos identificadas han sido clasificadas y descritas a nivel de subgrupo, las que por razones de orden práctico y facilitar su identificación, han sido denominadas con un nombre local.

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación natural de los suelos presentes en el área de investigación de la tesis:

**Tabla 12. Ilustración de Clasificación Natural de los Suelos**

<b>Orden</b>	<b>Suborden</b>	<b>Gran Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>
Entisols	Orthents	Udorthents	Typic Udorthents	Turmaña	Tu
Inceptisols	Cryepts	Humicryepts	Typic Humicryepts	Amapola	Am
				Ñauran	Ña
				Piñapampa	Pñ
	Udepts	Dystrudepts	Humic Dystrudepts	San Juan	Sj
				Humudepts	Typic Humudepts
		Yuracocha	Yr		
		Pachic Humudepts	Lachoga		Lg
			Racra		Ra
			Rumichaca		Rm
		Yanacocha	Yn		
Pistonpampa	Pt				
Yanacucho	Ya				
Histosols	Hemists	Haplohemists	Fluvaquentic Haplohemists	Alambrajasha	Aj

FUENTE: PROPIA

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 13. Ilustración de Unidades cartográficas de las unidades del suelo**

Consociación de Unidades de Suelos	Símbolo	Proporción (%)	Fase Pendiente	Superficie	
				ha	%
Amapola	Am	100	E	11,44	0,10
Huarapatay	Hy	100	B,C,D	130,16	1,09
Lachoga	Lg	100	F,G	559,70	4,68
Ñauran	Ña	100	D,E	202,41	1,69
Piñapampa	Pñ	100	F	85,85	0,72
Pistonpampa	Pt	100	E,F	279,01	2,33
Racra	Ra	100	D,E	645,36	5,40
Rumichaca	Rm	100	F,G	339,23	2,84
San Juan	Sj	100	D,E,F	424,23	3,55
Turmaña	Tu	100	D,E,F	1 066,21	8,92
Yanacucho	Ya	100	B,C,D	682,50	5,71
Yanacocha	Yn	100	D,E,F	559,27	4,68
Yuracocha	Yr	100	D,E,F	708,60	5,93
Asociación de unidad de suelo y/o Área Miscelánea	Símbolo	Proporción (%)	Fase Pendiente	ha	%
Yanacucho-Alambrajasha	Ya-Aj	50-50	A,B	8,45	0,07
Amapola-Misceláneo Roca	Am-MisR	50-50	E	297,43	2,49
Lachoga-Misceláneo Roca	Lg-MisR	50-50	F,G	1 441,75	12,06
Ñauran-Misceláneo Roca	Ña-MisR	50-50	E	359,70	3,01
Piñapampa-Misceláneo Roca	Pñ-MisR	50-50	F,G	2 663,30	22,27
Pistonpampa-Misceláneo Roca	Pt-MisR	50-50	F,G	770,58	6,44
Racra-Misceláneo Roca	Ra-MisR	50-50	E	109,90	0,92
Rumichaca-Misceláneo Roca	Rm-MisR	50-50	F,G	405,12	3,39
Turmaña-Misceláneo Roca	Tu-MisR	50-50	E,F	136,77	1,14
<b>OTROS</b>					
Cuerpos de agua (Lagunas)				71,73	0,60
Área total				11 958,68	100,00

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos sobre la caracterización se hace la descripción de las consociaciones de unidades de suelos que se encontraron en la zona de estudio del trabajo de investigación. Se tiene las siguientes Consociaciones y Asociaciones, con sus respectivos tipos de suelo:

### **Consociación Amapola (Am)**

Ocupa una superficie de 11,44 ha, el 0,10% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Amapola, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Piñapampa y Yuracocha. Se ubica sobre la margen izquierda de la quebrada Amapola, en la parte central del área de estudio. Corresponde a la zona de vida paramo pluvial-Subalpino Tropical y presenta un régimen de humedad ústico y un régimen de temperatura cryico.

Se encuentra en laderas de montañas altas, originado a partir de materiales residuales. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en la fase de pendiente: empinada (25-50%).

### **Suelo Amapola (Typic Humicryepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franco arenoso) sobre moderadamente gruesa a gruesa (franca arenosa a arena franca), color negro (10YR 2/1-7,5YR 2,5/1) sobre pardo (7,5YR 4/4) en húmedo, con presencia de gravas a nivel superficial 10-20 incrementándose con la profundidad a 50-60%; estructura granular medio y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción muy fuerte a extremadamente ácida (pH 4,69-4,33) sobre muy fuertemente ácida (pH 4,51-4,67); capacidad de intercambio catiónico es muy alta a media (62,40-15,36 meq/100 g), baja saturación de bases 2-7%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,04-0,03 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (9,36-26,0%), bajo a medio contenido de fósforo disponible (6,2-9,5 ppm P) y contenido bajo de potasio disponible (52-70 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Huarapatay (Hy)**

Ocupa una superficie de 130,16 ha, el 1,09% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Huarapatay, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Yanacucho y Pistonpampa. Se ubica en las quebradas Amapola, Mulachurco y Suihuaracca en las zonas central y oeste del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical y presenta un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en depósitos fluvio glaciares o morrénicos. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente inclinada (4-8%), fuertemente inclinada (8-15%) y moderadamente empinada (15-25%).

### **Suelo Huarapatay (Typic Humudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo ABC, con un epipedón úmbrico y horizonte subsuperficial cámbrico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franca arenosa) que se prolonga en todo el perfil, color pardo oscuro

(10YR 3/3) sobre pardo a pardo amarillento oscuro (10YR 4/3-10YR 4/4) en húmedo, con presencia de gravas 10-50% que se incrementa con la profundidad; estructura granular medio y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción extremadamente ácida (pH 4,42) sobre muy fuertemente ácida (pH 4,80-4,83); capacidad de intercambio catiónico es media a baja (24,48-13,28 meq/100 g), baja saturación de bases 6-8%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,05-0,03 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (8,94%), bajo contenido de fósforo disponible (3,8 ppm P) y contenido bajo de potasio disponible (75 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Lachoga (Lg)**

Ocupa una superficie de 559,70 ha, el 4,68% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Lachoga, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Yanacocha y Yuracocha. Se ubica en las quebradas Mulachurco, Jatunjasha, Turmaña, Piñapampa y Tingo Esquina; en las zonas este, norte y oeste del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical y presenta un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: muy empinada (50-75%) y extremadamente empinada (>75%).

### **Suelo Lachoga (Typic Humudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franca arenosa) sobre moderadamente gruesa a gruesa (franco arenoso a arena), color negro (10YR 2/1) sobre pardo grisáceo muy oscuro a pardo amarillento oscuro (10YR 3/2-10YR 4/4) en húmedo, con presencia de gravas 10-50% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción extremadamente ácida (pH 4,53-3,92) sobre extremada a muy fuertemente ácida (pH 4,10-4,82); capacidad de intercambio catiónico es muy alta a baja (72,00-12-48 meq/100 g), baja saturación de bases 2-7%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,34-0,02 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (18,73-50,89%), contenido de fósforo disponible bajo a medio (6,4-7,3 ppm P) y contenido bajo a medio de potasio disponible (46-200 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo a medio.

### **Consociación Ñauran (Ña)**

Ocupa una superficie de 202,41 ha, el 1,69% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Ñauran, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Piñapampa y Yuracocha. Se ubica sobre la margen izquierda de la quebrada Amapola, en la parte central del área de estudio. Corresponde a la zona de vida paramo pluvial-Subalpino Tropical y presentan un régimen de humedad ústico y un régimen de temperatura cryico.

Se encuentra en laderas de montañas altas. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%).

### **Suelo Ñauran (Typic Humicryepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo ABC, con un epipedón úmbrico y horizonte subsuperficial cámbrico. El epipedón, presenta textura gruesa (arena franca) sobre moderadamente gruesa (franco arenoso), color pardo muy oscuro a negro (10YR 2/2-10YR 2/1) sobre pardo amarillento a gris pardusco claro (10YR 5/4-2,5Y 6/2) en húmedo, con presencia de gravas a nivel superficial 10-20 incrementándose con la profundidad a 40-60%; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme y muy firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción muy fuerte a extremadamente ácida (pH 4,66-4,47) sobre muy fuertemente ácida (pH 4,69-5,00); capacidad de intercambio catiónico es alta a baja (33,60-10,24 meq/100 g), baja saturación de bases 3-9%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,02-0,12 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (13,79-17,65%), bajo contenido de fósforo disponible (2,6-6,3 ppm P) y contenido bajo a medio de potasio disponible (89-128 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Piñapampa (Pñ)**

Ocupa una superficie de 85,85 ha, el 0,72% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Piñapampa, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Piñapampa y Yuracocha. Se ubica entre las quebrada Amapolas y Plazamachay, hacia las zonas central y sur del área de estudio. Corresponde a la zona de vida paramo pluvial-

Subalpino Tropical y presentan un régimen de humedad ústico y un régimen de temperatura cryico.

Se encuentra en laderas de montañas altas. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en la fase de pendiente: muy empinada (50-75%).

### **Suelo Piñapampa (Typic Humicryepts)**

Suelo moderadamente profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura gruesa (arena) que se prolonga en todo el perfil, color negro (10YR 2/1-7,5YR 2,5/1) sobre pardo rojizo oscuro a pardo rojizo (5YR 3/4-5YR 4/4) en húmedo, con presencia de gravas a nivel superficial 10-20 incrementándose con la profundidad a 40-60% y limitado por un contacto lítico a los 100cm; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme y muy firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción extremadamente ácida (pH 3,79-4,38) sobre extremadamente ácida (pH 4,11-4,56); capacidad de intercambio catiónico es muy alta a alta (108,80-35,20 meq/100 g), baja saturación de bases 3-1%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,27-0,03 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (41,38-78,81%), contenido de fósforo disponible bajo a medio (5,1-7,7 ppm P) y contenido bajo a medio de potasio disponible (66-174 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo a medio.

### **Consociación Pistonpampa (Pt)**

Ocupa una superficie de 279,01 ha, el 2,33% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Pistonpampa, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Piñapampa y Yuracocha. Se ubica entre las quebradas Yanacucho, Amapola y Yanacocha; en la zona central del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: empinada (25-50%) y muy empinada (50-75%).

### **Suelo Pistonpampa (Pachic Humudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura gruesa (arena franca) que se prolonga en todo el perfil, color negro a pardo muy oscuro (10YR 2/1-2/2) sobre pardo oscuro (10YR 3/4) en húmedo, con presencia de gravas 20-60% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción ultra ácida (pH 3,15) sobre extremada a muy fuertemente ácida (pH 3,81-4,60); capacidad de intercambio catiónico es muy alta a media (116,0-19,20 meq/100 g), baja saturación de bases 2-4%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,44-0,02 dS/m).



La capa superficial presenta contenidos altos de materia orgánica (82,75%), de fósforo disponible (71,30 ppm P) y de potasio disponible (332 ppm K). El nivel de fertilidad natural es alto.

### **Consociación Racra (Ra)**

Ocupa una superficie de 645,36 ha, el 5,40% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Racra, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Rumichaca y Lachoga. Se ubica entre las quebradas Suihuaracra y Lachoga; en la zona noroeste del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida a moderada.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%).

### **Suelo Racra (Pachic Humudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo ABC, con un epipedón úmbrico y horizonte subsuperficial cámbrico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franco arenoso) sobre moderadamente gruesa a media (franca arenosa a franca), color pardo muy oscuro a negro (10YR 2/2-2/1) sobre pardo grisáceo a pardo amarillento oscuro (10YR 5/2-4/6) en húmedo, con presencia de gravas 10-30% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción extremada a fuertemente ácida (pH 4,18-5,40) sobre extremada a fuertemente ácida (pH 4,21-5,17); capacidad de intercambio catiónico es alta a baja (34,40-8,80 meq/100 g), baja saturación de bases 2-10%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,02-0,20 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (7,59-20,83%), bajo a medio de fósforo disponible (2,9-7,5 ppm P) y medio a bajo de potasio disponible (101-48 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Rumichaca (Rm)**

Ocupa una superficie de 339,23 ha, el 2,84% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Rumichaca, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Yanacocha y Racra. Se ubica entre las quebradas Suihuaracra y Lachoga; en la zona norte del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: muy empinada (50-75%) y extremadamente empinada (>75%).

### **Suelo Rumichaca (Pachic Humudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franca arenosa) que se prolonga en todo el perfil; color pardo muy oscuro (10YR 2/2) sobre pardo amarillento oscuro a pardo amarillento (10YR 4/4-5/4) en

húmedo, con presencia de gravas 10-60% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción extremadamente ácida (pH 4.37) sobre muy fuertemente ácida (pH 4,51-4,55); capacidad de intercambio catiónico es alta a baja (25,12-10,08 meq/100 g), baja saturación de bases 4-9%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,02-0,03 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (10,85%), contenido medio de fósforo disponible (8,3 ppm P) y bajo de potasio disponible (44 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación San Juan (Sj)**

Ocupa una superficie de 424,23 ha, el 3,55% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo San Juan, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Turmaña y Lachoga. Se ubica entre las quebradas Turmaña y Lachoga; en la zona noreste del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida a moderada.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente empinada (15-25%), empinada (25-50%) y muy empinada (50-75%)

### **Suelo San Juan (Humic Dystrudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo ABC, con un epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico. El epipedón, presenta textura

moderadamente gruesa (franca arenosa) sobre moderadamente gruesa a media (franca arenosa a franca); color pardo oscuro (7,5YR 3/4) sobre pardo fuerte (7.5YR 4/6) a pardo o pardo rojizo (7,5YR 4/4-5YR 4/4) en húmedo, con presencia de gravas 20-60% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción fuertemente ácida (pH 5,12-5,49) sobre fuerte a moderadamente ácida (pH 5,18-5,72); capacidad de intercambio catiónico es alta a baja (30,40-14,08 meq/100 g), saturación de bases menor a 75%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,07-0,02 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (7,49-7,13%), contenido bajo de fósforo disponible (3,6-1,8 ppm P) y bajo a alto de potasio disponible (77-362 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Turmaña (Tu)**

Ocupa una superficie de 1 066,21 ha, el 8,92% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Turmaña, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Pistonpampa y Lachoga. Se ubica entre las quebradas Turmaña, Lachoga y Ranracancha; en la zona central y norte del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente empinada (15-25%), empinada (25-50%) y muy empinada (50-75%)

### **Suelo Turmaña (Typic Udorthents)**

Suelo profundo, con escaso desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón ócrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franca arenosa) que se prolonga en todo el perfil; color pardo oscuro (10YR 3/3) sobre pardo a pardo amarillento oscuro (10YR 4/3-104/6) en húmedo, con presencia de gravas 20-60% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción muy fuertemente ácida (pH 4,46-4,73) sobre extremada a muy fuertemente ácida (pH 4,36-5,05); capacidad de intercambio catiónico es alta a baja (19,52-8,00 meq/100 g), saturación de bases 5-16%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,02-0,04 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (4,78-7,47%), contenido bajo de fósforo disponible (2,70-3,5 ppm P) y bajo de potasio disponible (41-61 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Yanacucho (Ya)**

Ocupa una superficie de 682,50 ha, el 5,71% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Yanacucho, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Ñauran y Yuracocha. Se ubica entre las quebradas Ñauran, Tingo Esquina, Piñapampa y Yanacucho; en la zona sur del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en depósitos fluvio glaciares o morrénicos. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida a rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente inclinada (4-8%), fuertemente inclinada (8-15%), moderadamente empinada (15-25%).

### **Suelo Yanacucho (Pachic Humudepts)**

Suelo moderadamente profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franca arenosa) sobre gruesa (arena); color pardo negro (10YR 2/1) sobre pardo rojizo claro a gris muy oscuro (5YR 6/3-7.5YR 3/1) en húmedo, con presencia de gravas 10-60% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción extremadamente ácida (pH 4,28-4,14) sobre muy fuertemente ácida (pH 4,65-4,82); capacidad de intercambio catiónico es muy alta a baja (50,40-9,28 meq/100 g), baja saturación de bases 2-10%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,02-0,14 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (16,12-25,41%), contenido bajo de fósforo disponible (2,90-6,9 ppm P) y bajo de potasio disponible (73-86 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Yanacocha (Yn)**

Ocupa una superficie de 559,27 ha, el 4,68% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Yanacocha, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos San Juan y Rumichaca. Se ubica entre las quebradas Suihuaraccra, Huarapatay y Lachoga; en las zonas central y norte del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente empinada (15-25%), empinada (25-50%) y muy empinada (50-75%)

### **Suelo Yanacocha (Pachic Humudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franca arenosa) que se prolonga en todo el perfil; color pardo muy oscuro a negro (10YR 2/2-2/1) sobre pardo oscuro a pardo amarillento oscuro (10YR 3/3-4/6) en húmedo, con presencia de gravas 10-40% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción muy fuerte a extremadamente ácida (pH 4,77-4,44) sobre muy fuertemente ácida (pH 4,83-4,91); capacidad de intercambio catiónico es muy alta a baja (41,28-12,32 meq/100 g), baja saturación de bases 3-8%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,02-0,03 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (16,01-17,04%), contenido medio a bajo de fósforo disponible (8,3-6,8 ppm P) y bajo de potasio disponible (89-49 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo.

### **Consociación Yuracocha (Yr)**

Ocupa una superficie de 708,60 ha, el 5,93% del área de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Yuracocha, pudiendo presentar como inclusiones a los suelos Turmaña y Yanacocha. Se ubica entre las quebradas Huarapatay y Turmaña; en las zonas

central y este del área de estudio. Corresponde a la zona de vida bosque pluvial-Montano Tropical, con un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura frígido a mésico.

Se encuentra en laderas de montaña. El drenaje natural es bueno y la permeabilidad moderadamente rápida.

Se presenta en las fases de pendiente: moderadamente empinada (15-25%), empinada (25-50%) y muy empinada (50-75%).

### **Suelo Yuracocha (Typic Humudepts)**

Suelo profundo, con incipiente desarrollo genético, presenta un perfil tipo AC, con un epipedón úmbrico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, presenta textura moderadamente gruesa (franca arenosa) que se prolonga en todo el perfil; color pardo muy oscuro (10YR 2/2) sobre pardo amarillento oscuro a pardo amarillento (10YR 3/4-5/6) en húmedo, con presencia de gravas 10-50% que se incrementa con la profundidad; estructura granular fino y débil sobre masiva y consistencia friable a firme.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción fuertemente ácida (pH 5,54-5,29) sobre muy fuerte a moderadamente ácida (pH 4,89-5,67); capacidad de intercambio catiónico es alta a media (36,80-18,40 meq/100 g), baja saturación de bases 13-6%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,09-0,02 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (10,96-14,36%), contenido bajo a medio de fósforo disponible (6,0-8,1 ppm P) y bajo a alto de potasio disponible (63-320 ppm K). El nivel de fertilidad natural es bajo a medio.



### **Asociación Yanacucho-Alambrajasha (Ya-Aj)**

Ocupa una superficie de 8,45 ha, el 0,07% del área de estudio. Está conformada por los suelos Yanacucho y Alambrajasha, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en la zona sur del área de estudio, en las quebradas Alambrajasha y Pistonpampa.

Se presenta en las fases por pendiente: plana a ligeramente inclinada (0-4%) y moderadamente inclinada (4-8%).

Las características de la unidad edáfica Yanacucho se han descrito anteriormente, mientras que, las características de la unidad edáfica Alambrajasha se describen a continuación.

#### **Suelo Alambrajasha (Fluvaquentic Haplohemists)**

Suelo profundo, presenta un perfil tipo Oi1/Oi2/Oi3/Oi4, con un epipedón hístico y sin horizonte subsuperficial de diagnóstico. El epipedón, de naturaleza orgánica que se prolonga en todo el perfil; color pardo oscuro (10YR 3/3) sobre pardo muy oscuro a negro (10YR 2/2-2/1) en húmedo, sin presencia de gravas; estructura masiva y consistencia friable.

Químicamente, se caracteriza por presentar reacción moderada a muy fuertemente ácida (pH 6,05-4,70) sobre ligera a extremadamente ácida (pH 6,16-4,39); capacidad de intercambio catiónico es muy alta a alta (94,40-35,84 meq/100 g), baja saturación de bases menor a 65%, sin presencia de carbonatos y no salino (0,46-0,10 dS/m).

La capa superficial presenta contenido alto de materia orgánica (64,87-74,13%), contenido medio a alto de fósforo disponible (8,4-18,7 ppm P) y alto de potasio disponible (250-576 ppm K). El nivel de fertilidad natural es medio a alto.

### **Asociación Amapola-Misceláneo Roca (Am-MisR)**

Ocupa una superficie de 297,43 ha, el 2,49% del área de estudio. Está conformada por el suelo Amapola y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en la zona oeste del área de estudio, entre las quebradas Amapola y Jatunjasha.

Se presenta en la fase por pendiente: empinada (25-50%).

Las características de la unidad edáfica Amapola se han descrito anteriormente, mientras que, la unidad no edáfica Misceláneo Roca, se describe a continuación:

### **Misceláneo Roca (MisR)**

Corresponde a las áreas conformadas por afloramientos rocosos y materiales no consolidados o paralíticos.

Litológicamente, correspondientes a Granito de Paucartambo, constituida por granitos de grano medio a fino, conformada por alto contenido de cuarzos, acompañados de feldspatos potásicos, plagioclasas y en menor proporción biotita y hornablenda

### **Asociación Lachoga-Misceláneo Roca (Lg-MisR)**

Ocupa una superficie de 1 441,75 ha, el 12,06% del área de estudio. Está conformada por el suelo Lachoga y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en las zonas norte, este y oeste del área de estudio.

Se presenta en las fases por pendiente: muy empinada (50-75%) y extremadamente empinada (>75%).

Las características de la unidad edáfica Lachoga y de la unidad no edáfica Misceláneo Roca se han descrito anteriormente.

#### **Asociación Ñauran-Misceláneo Roca (Ña-MisR)**

Ocupa una superficie de 359,70 ha, el 3,01% del área de estudio. Está conformada por el suelo Ñauran y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en la zona sur del área de estudio.

Se presenta en la fase por pendiente: empinada (25-50%).

Las características de la unidad edáfica Ñauran y de la unidad no edáfica Misceláneo Roca se han descrito anteriormente.

#### **Asociación Piñapampa-Misceláneo Roca (Pñ-MisR)**

Ocupa una superficie de 2 663,30 ha, el 22,27% del área de estudio. Está conformada por el suelo Piñapampa y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en las zonas sur y oeste del área de estudio, siendo muy disperso hacia el norte.

Se presenta en las fases por pendiente: muy empinada (50-75%) y extremadamente empinada (+75%).

Las características de la unidad edáfica Piñapampa y de la unidad no edáfica Misceláneo Roca se han descrito anteriormente.

#### **Asociación Pistonpampa-Misceláneo Roca (Pt-MisR)**

Ocupa una superficie de 770,58 ha, el 6,44% del área de estudio. Está conformada por el suelo Pistonpampa y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en la zona central del área de estudio.

Se presenta en las fases por pendiente: muy empinada (50-75%) y extremadamente empinada (+75%).

Las características de la unidad edáfica Pistonpampa y de la unidad no edáfica Misceláneo Roca se han descrito anteriormente.

#### **Asociación Racra-Misceláneo Roca (Ra-MisR)**

Ocupa una superficie de 109,90 ha, el 0,92% del área de estudio. Está conformada por el suelo Racra y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en la zona norte del área de estudio.

Se presenta en la fase por pendiente: empinada (25-50%).

Las características de la unidad edáfica Racra y de la unidad no edáfica Misceláneo Roca se han descrito anteriormente.

#### **Asociación Rumichaca-Misceláneo Roca (Rm-MisR)**

Ocupa una superficie de 405,12 ha, el 3,39% del área de estudio. Está conformada por el suelo Rumichaca y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en la zona norte del área de estudio.

Se presenta en las fases por pendiente: muy empinada (50-75%) y extremadamente empinada (+75%).

Las características de la unidad edáfica Rumichaca y de la unidad no edáfica Misceláneo Roca se han descrito anteriormente.

#### **Asociación Turmaña-Misceláneo Roca (Tu-MisR)**

Ocupa una superficie de 136,77 ha, el 1,14% del área de estudio. Está conformada por el suelo Turmaña y la unidad no edáfica Misceláneo Roca, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente. Se encuentra en la zona oeste del área de estudio.

Se presenta en las fases por pendiente: empinada (25-50%) y muy empinada (50-75%).

Sobre evaluación de la capacidad de uso mayor que se realizó en el área de estudio se han identificado seis (06) subclases de capacidad de uso mayor de las tierras además de tres

(03) unidades de tierras de protección, las cuales están cartográficamente distribuidas en seis (06) unidades no agrupadas de capacidad de uso mayor, y seis (06) en forma agrupada.

**Tabla 14. Ilustración de las Unidades de Capacidad Mayor**

Uso Mayor			Unidades de suelos incluidas	Superficie	
Grupo	Clase	Subclase		ha	%
<b>Unidades no agrupadas</b>					
P	P3	P3sc	Ñauran en pendiente D.	38,28	0,32
		P3sec	Ñauran y Amapola en pendiente E.	175,56	1,47
F	F2	F2s	Huarapatay y Yanacucho en pendiente B, C y D; Racra, San Juan, Turmaña, Yanacocha y Yuracocha en pendiente D.	1 428,73	11,95
		F2se	Pistonpampa, Racra, San Juan, Turmaña, Yanacocha y Yuracocha en pendiente E.	1 850,47	15,47
	F3	F3se	Lachoga, Pistonpampa, Rumichaca, San Juan, Turmaña, Yanacocha y Yuracocha en pendiente F.	2 115,06	17,69
X	Xsec		Piñapampa en pendiente F.	85,85	0,72
<b>Unidades agrupadas</b>					
P-X	P3-X	P3sec-X	Ñauran-Misceláneo Roca y Amapola-Misceláneo Roca en pendiente E.	657,13	5,49
F-P	F2- P3	F2s-P3sw	Yanacucho-Alambrajasha en pendiente A y B.	8,45	0,07
F-X	F2-X	F2se-X	Turmaña-Misceláneo Roca y Racra-Misceláneo Roca en pendiente E.	185,76	1,55
	F3-X	F3se-X	Pistonpampa-Misceláneo Roca, Lachoga-Misceláneo Roca, Rumichaca-Misceláneo Roca y Turmaña-Misceláneo Roca en pendiente F.	459,05	3,84
X-X	Xse-X		Lachoga-Misceláneo Roca, Pistonpampa-Misceláneo Roca y Rumichaca-Misceláneo Roca en pendiente G.	2 219,31	18,56
X-X	Xsec-X		Piñapampa-Misceláneo Roca en pendiente F y G.	2 663,30	22,27
<b>OTROS</b>					
Cuerpos de agua (Lagunas)				71,73	0,60
Área total				11 958,68	100,00

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 15. Ilustración de las Subclases de Capacidad Mayor**

Unidad de Capacidad de Uso Mayor	Descripción	Superficie	
		ha	%
P3sc	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja con limitaciones por suelos y clima	38,28	0,32
P3sec	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja con limitaciones por suelos, riesgo de erosión y clima	175,56	1,47
F2s	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrologica media con limitación por suelos	1 428,73	11,95
F2se	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrologica media con limitaciones por suelos y riesgos de erosión	1 850,47	15,47
F3se	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrologica baja con limitaciones por suelos y riesgos de erosión	2 115,06	17,69
Xsec	Tierras de protección con limitaciones por suelos, riesgo de erosión y clima	85,85	0,72
P3sec-X	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja con limitaciones por suelos, riesgo de erosión y clima- Tierras de protección (Afloramiento rocoso)	657,13	5,49
F2s-P3sw	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrologica media con limitación por suelos-Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja con limitaciones por suelos y drenaje	8,45	0,07
F2se-X	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrologica media con limitaciones por suelos y riesgo de erosión-Tierras de protección (Afloramientos rocosos)	185,76	1,55
F3se-X	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrologica baja con limitaciones por suelos y riesgo de erosión-Tierras de protección (Afloramientos rocosos)	459,05	3,84
Xse-X	Tierras de protección con limitaciones por suelos y riesgo de erosión -Tierras de protección (Afloramiento rocoso)	2 219,31	18,56
Xsec-X	Tierras de protección con limitaciones por suelos, riesgo de erosión y clima -Tierras de protección (Afloramiento rocoso)	2 663,30	22,27
<b>OTROS</b>			
Cuerpos de agua (Lagunas)		71,73	0,60
Área total		11 958,68	100,00

Fuente: Elaboración propia

Estas subclases de capacidad de uso mayor están incluidas dentro de tres (03) grupos de capacidad de uso mayor: Tierras aptas para pastos, Tierras para producción forestal y las Tierras de protección.

### **Tierras aptas para pastos (P)**

Este grupo presenta condiciones edáficas, topográficas y climáticas no adecuadas para establecer cultivos en limpio ni cultivos permanentes; pero si la instalación de pastos naturales de zonas frías. Se ha distinguido la clase P3.

### **Tierras aptas para producción forestal (F)**

Comprende una superficie de 5 394,26 ha, el 45,11 % del área de estudio. Este Grupo de Capacidad de Uso Mayor incluye aquellas tierras con severas limitaciones edáficas y topográficas que las hacen inapropiadas para las actividades agropecuarias de cualquier tipo, pero permiten realizar plantaciones o reforestación con especies maderables de valor comercial, propias del lugar, o con fines producción y de protección de cuencas.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se han determinado las clases: F2 y F3.

### **Tierras de protección (X)**

Este grupo presenta condiciones edáficas, topográficas y climáticas no adecuadas para establecer cultivos en limpio, cultivos permanentes, pasturas ni producción forestal. Debido a las fuertes restricciones que presentan corresponden a tierras de protección.

Dentro del área de estudio, se han identificado las siguientes unidades: Xse, Xsec y X.

También en la presente tesis, se reportará las formas de uso de la tierra que se presentan dentro del área de estudio, perteneciente a los terrenos de la comunidad de San Antonio de Sunec.

La clasificación se realizó en base al Sistema de Clasificación de Uso de la Tierras propuesto por la Unión Geográfica Internacional (UGI). La determinación de las unidades uso de la tierra se realizó en base a la interpretación de la imagen satelital proporcionado por el servidor Google y levantamiento de información de campo realizada en el mes de febrero del año 2016.

**Tabla 16. Categorías y Subclases de uso actual de la Tierra**

Categorías	Subclases	Símbolo	Superficie	
			ha	%
1. Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales o privadas	1.1. Terrenos con viviendas rurales	TVr	1,99	0,02
2. Terrenos con cultivos	2.1. Terrenos con cultivo agrícolas	Tcv	184,74	1,54
3. Terrenos con bosques	3.1 Terrenos con bosques de montaña	TBqm	4 246,41	35,51
4. Terrenos con pastos naturales	4.1. Terrenos con pastos naturales tipo pajonal	Tpj	730,52	6,11
	4.2. Terrenos con pastos	Tpjm	2 738,81	22,90



	naturales tipo pajonal y matorral			
5. Terrenos sin uso y/o improductivos	5.1. Terrenos con cuerpos de agua (Lagunas)	Tcag	71,43	0,60
6. Terrenos con pastos naturales- Terrenos sin uso y/o improductivos	6.1. Terrenos con pastos naturales tipo pajonal- Terrenos con escasa vegetación	Tpj-Tev	3 410,14	28,52
	6.2. Terrenos con pastos naturales tipo pajonal y matorral-Terrenos con escasa vegetación	Tpjm-Tev	574,64	4,81
Área total			11 958,68	100,00

Fuente: Elaboración propia

El área de estudio está conformada principalmente por formaciones montañosas con ligera a moderada disección y afloramientos rocosos frecuentes. Mientras que el fondo de valle, está conformado básicamente por materiales morrénicos o fluvio glaciares que conforman un relieve plano ondulado.

Las principales actividades desarrolladas por la población local están referidas a la activa agropecuaria, destacando el ganado ovino y caballar. Una actividad agrícola está referida a la producción de gramíneas y leguminosas, destacando papas y maíz. Por lo general, la gran limitante para esta actividad es la topografía con predominancia de laderas empinadas, así como el clima frígido dominante especialmente al sur del área de estudio.

Se han diferenciado cinco (06) categorías de uso actual de la tierra, tales como: Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales o privadas, Terrenos con cultivos, Terrenos con bosques, Terrenos con pastos naturales y Terrenos sin uso y/o improductivos; dentro de estas categorías, se han diferenciado ocho (08) subclases:

**Tabla 17. Categorías y Subclases del Uso Actual de la Tierra.**

Categorías	Subclases	Símbolo	Superficie	
			ha	%
1. Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales o privadas	1.1. Terrenos con viviendas rurales	TVr	1,99	0,02
2. Terrenos con cultivos	2.1. Terrenos con cultivo agrícolas	Tcv	184,74	1,54
3. Terrenos con bosques	3.1 Terrenos con bosques de montaña	TBqm	4 246,41	35,51
4. Terrenos con pastos naturales	4.1. Terrenos con pastos naturales tipo pajonal	Tpj	730,52	6,11
	4.2. Terrenos con pastos naturales tipo pajonal y matorral	Tpjm	2 738,81	22,90
5. Terrenos sin uso y/o improductivos	5.1. Terrenos con cuerpos de agua (Lagunas)	Tcag	71,43	0,60

	6.1. Terrenos con pastos			
6. Terrenos con pastos naturales- Terrenos sin uso y/o improductivos	naturales tipo pajonal-Terrenos con escasa vegetación	Tpj-Tev	3 410,14	28,52
	6.2. Terrenos con pastos naturales tipo pajonal y matorral-Terrenos con escasa vegetación	Tpjm-Tev	574,64	4,81
	Área total		11	100,0
			958,68	0

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se hace la descripción de cada categoría con su respectiva subclase:

**Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales o privadas, terrenos con viviendas rurales (Tvr)** cubre una superficie de 1,99 ha, correspondiente al 0,02% del área.

**Terrenos con cultivos, terrenos con cultivos agrícolas (Tcv)** cubre una superficie de 184,74 ha, el 1,54 % del área.

**Terrenos con bosques, terrenos con bosques de montaña (Tbqm)** cubre una superficie de 4 246,41 ha, el 35,51 % del área.

**Terreno con pastos naturales, terrenos con pastos naturales tipo pajonal (Tpj)** cubre una superficie de 730,52 ha, que corresponde al 6,11 % del área.

**Terrenos con pastos naturales tipo pajonal y matorral (Tpjm)** cubre una superficie de 2 738,81 ha, que corresponde al 22,90 % del área.

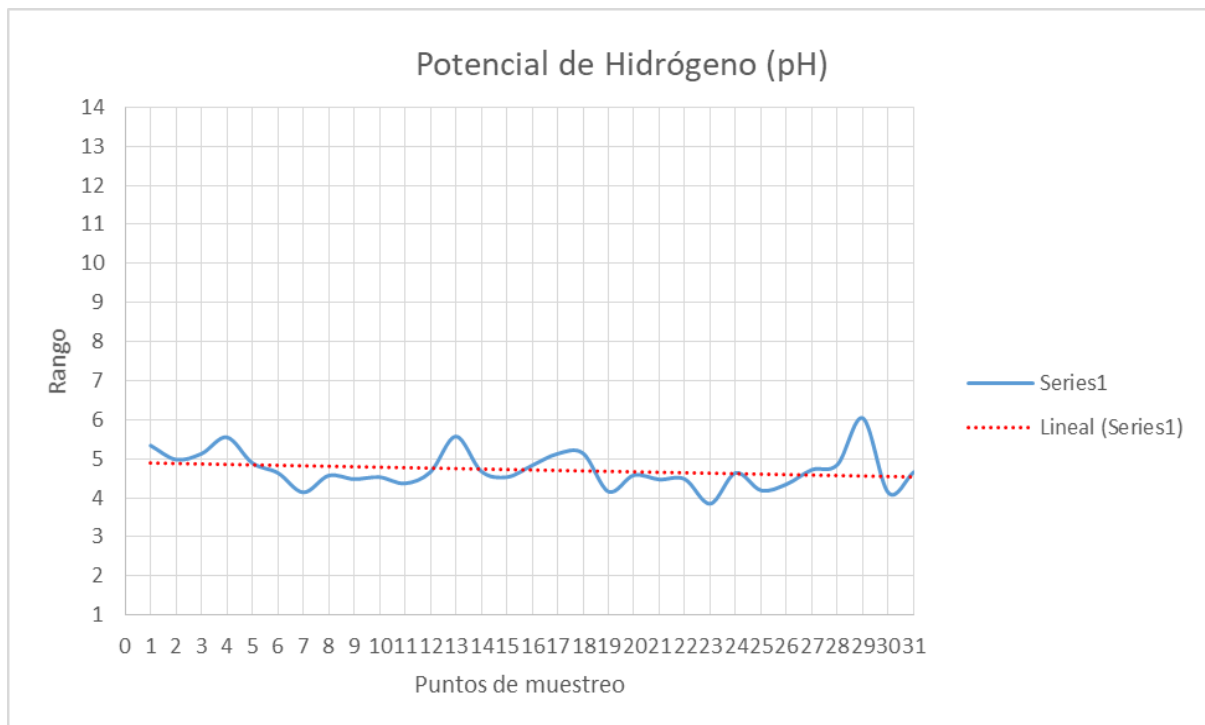
**Terrenos sin uso y/o improductivos, terrenos con cuerpos de agua (Lagunas) (Tcag), terrenos con pastos naturales-Terrenos sin uso y/o improductivos** los que se dividen en:

**Terrenos con pastos naturales tipo pajonal-Terrenos con escasa vegetación (Tpj-Tev)** cubre una superficie de 3 410,14 ha, el 28,52 % del área.

**Terrenos con pastos naturales tipo pajonal y matorral-Terrenos con escasa vegetación (Tpjm-Tev)** cubre una superficie de 574,64 ha, el 4,81 % del área.

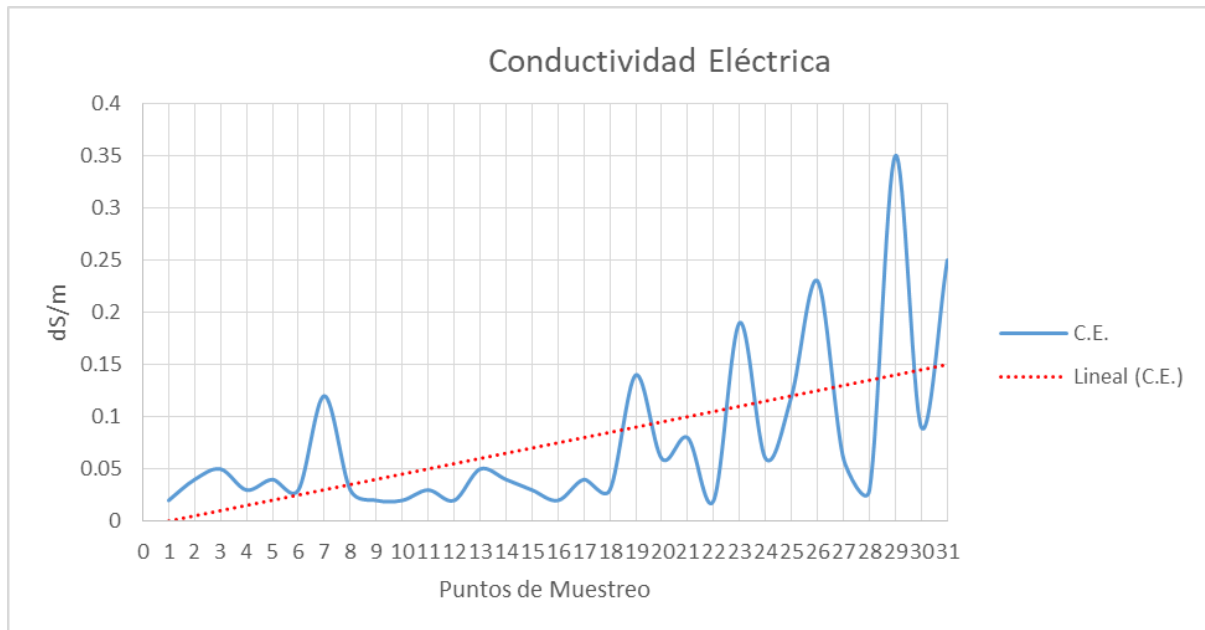
Se muestra a continuación las tablas donde se pueden ver los resultados de los parámetros analizados, de todos los puntos muestreados, con sus respectivas líneas de tendencias:

**Tabla 18. Ilustración de Potencial de Hidrógeno.**



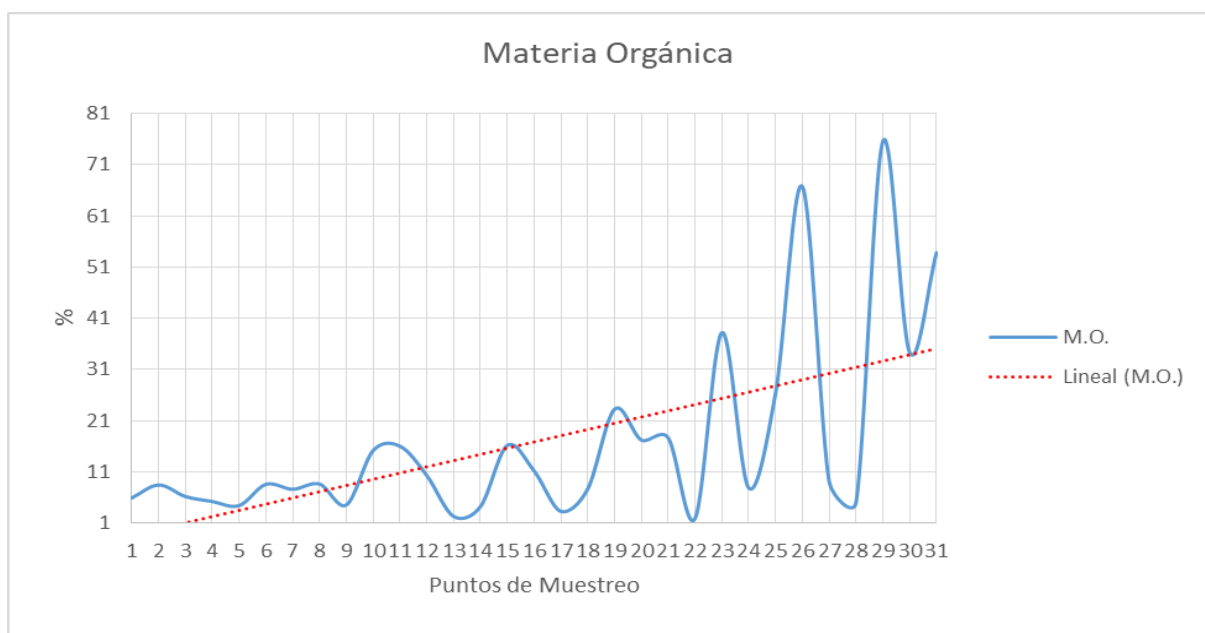
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 19. Ilustración de Conductividad Eléctrica.**



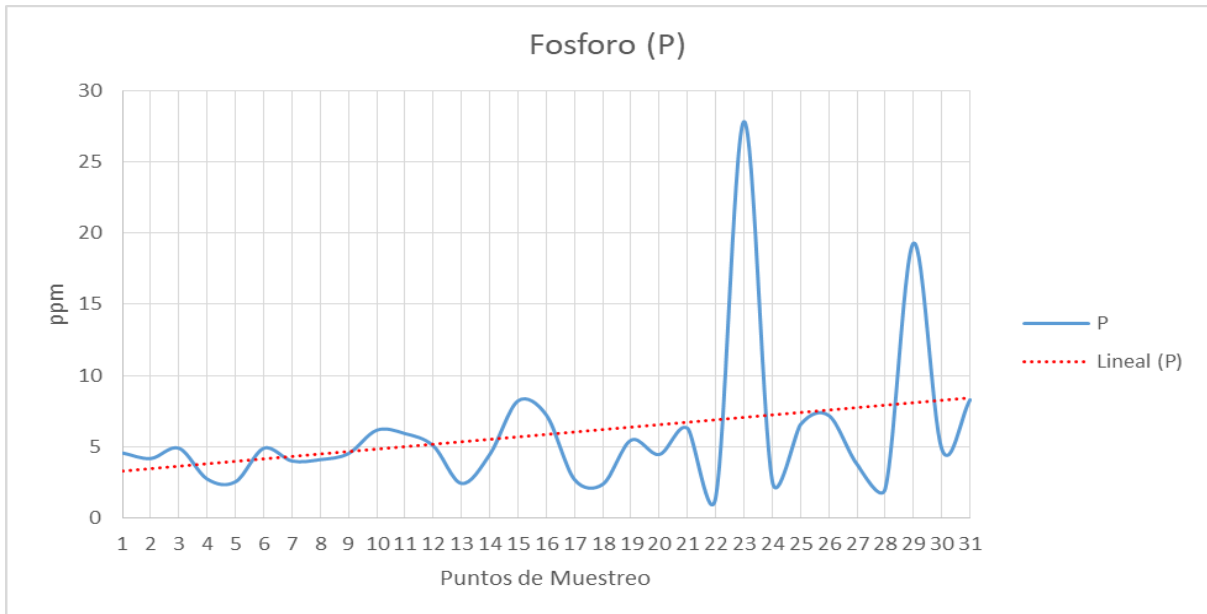
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20. Ilustración de Materia Orgánica.**



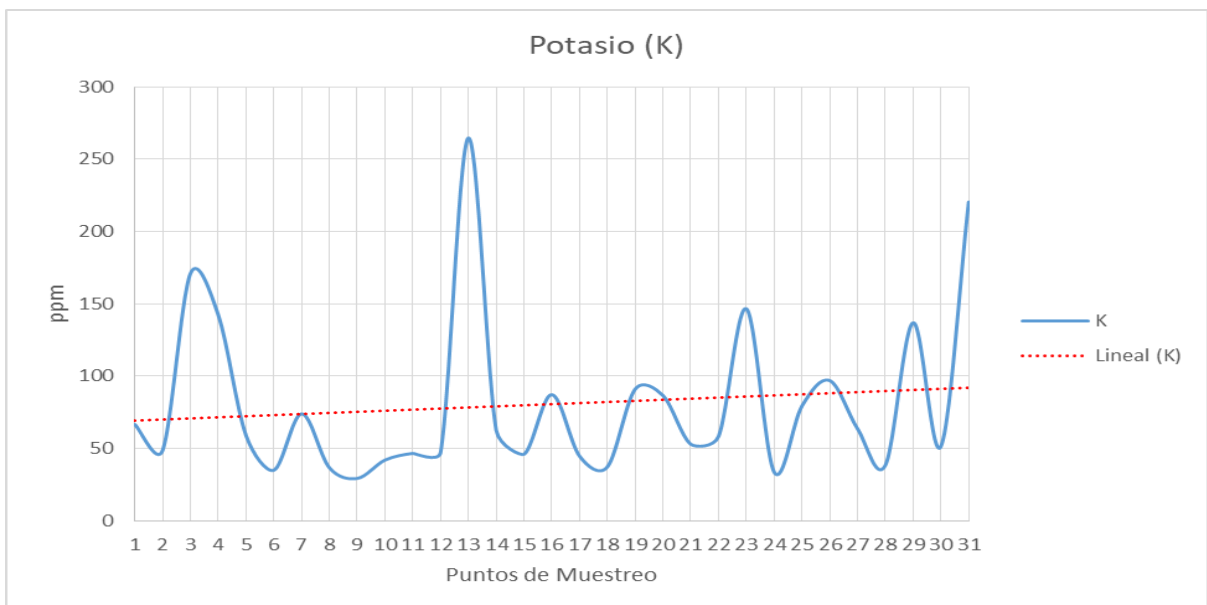
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 21. Ilustración de Fósforo (P).**



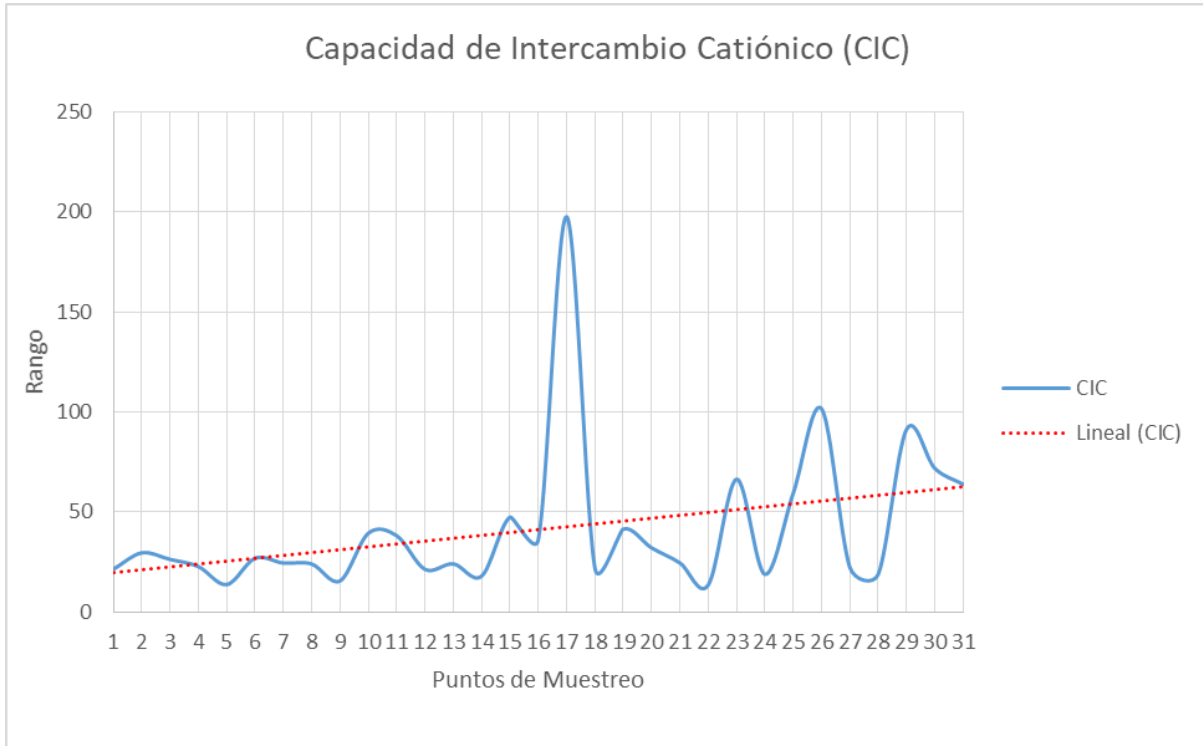
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22. Ilustración de Potasio (K).**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23. Ilustración de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24. Ilustración de Características generales del suelo.**

Unidad de suelo	Clase textural	Reacción del suelo	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g)	Materia Orgánica (%)	Fosforo disponible (ppm P)	Potasio disponible (ppm K)	Fertilidad química
Alambrajasha	Orgánico	Ligera a extremadamente ácida (pH: 6,16-4,39)	Muy alta a alta (94,40-35,84)	Alta (82,13-57,07)	Alto a bajo (18,7-4,0)	Alto a bajo (576-35)	Media a alta
Amapola	Moderadamente gruesa a gruesa (Franco arenosa a arena franca)	Muy fuerte a extremadamente ácida (pH: 4,69-4,33)	Muy alta a media (62,40-15,36)	Alta a baja (26,0-1,95)	Medio a bajo (9,5-1,8)	Bajo (70-25)	Baja
Huarapatay	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Extremada a muy fuertemente ácida (pH: 4,42-4,83)	Media a baja (24,48-13,28)	Alta a baja (8,94-1,74)	Bajo (3,8-5,7)	Bajo (75-51)	Baja
Lachoga	Moderadamente gruesa a gruesa (Franco arenosa a arena franca)	Extremada a muy fuertemente ácida (pH: 3,92-4,82)	Muy alta a baja (72,00-12,48)	Alta a baja (50,89-1,38)	Medio a bajo (7,3-1,5)	Medio a bajo (200-13)	Baja a media
Ñauran	Gruesa a moderadamente gruesa (Arena franca a franco arenosa)	Extremada a muy fuertemente ácida (pH: 4,47-5,00)	Alta a baja (33,60-10,24)	Alta a baja (17,65-0,14)	Bajo (6,3-1,7)	Medio a bajo (128-12)	Baja
Piñapampa	Gruesa (Arena)	Extremadamente ácida (pH: 3,79-4,56)	Muy alta a alta (108,80-35,20)	Alta (78,81-8,55)	Medio a bajo (7,3-4,6)	Medio a bajo (174-23)	Baja a media
Pistonpampa	Gruesa (Arena franca)	Ultra a extremadamente ácida (pH: 3,15-4,60)	Muy alta a media (116,0-19,20)	Alta (82,75-5,05)	Alto a bajo (71,30-5,70)	Alto a bajo (332-14)	Alta
Racra	Moderadamente gruesa a media (Franco arenosa a franca)	Extremada a fuertemente ácida (pH: 4,18-5,40)	Alta a baja (34,40-8,80)	Alta a baja (20,83-1,14)	Medio a bajo (11,43-2,16)	Medio a bajo (101-26)	Baja
Rumichaca	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Extremada a muy fuertemente ácida (pH: 4,37-4,55)	Alta a baja (25,12-10,08)	Alta a baja (10,85-1,27)	Medio a bajo (8,3-2,6)	Bajo (44-19)	Baja



San Juan	Moderadamente gruesa a media (Franco arenosa a franca)	Fuerte a moderadamente ácida (pH: 5,12-5,72)	Alta a baja (30,40-14,08)	Alta a baja (7,49-0,11)	Bajo (3,6-1,4)	Alto a bajo (362-22)	Baja
Turmaña	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Extremada a muy fuertemente ácida (pH: 4,36-5,05)	Media a baja (19,52-8,00)	Alta a baja (7,47-0,07)	Bajo (3,5-0,70)	Bajo (41-75)	Baja
Yanacucho	Moderadamente gruesa a media (Franco arenosa a franca)	Extremada a muy fuertemente ácida (pH: 4,14-4,82)	Muy alta a baja (50,40-9,28)	Alta a media (25,41-2,99)	Bajo (6,10-2,2)	Bajo (86-13)	Baja
Yanacocho	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Extremada a muy fuertemente ácida (pH: 4,44-4,91)	Muy alta a baja (41,28-12,32)	Alta a baja (17,04-1,93)	Medio a bajo (8,3-2,9)	Bajo (95-46)	Baja
Yuracocho	Moderadamente gruesa (Franco arenosa)	Muy fuerte a moderadamente ácida (pH: 4,89-5,67)	Alta a media (36,80-18,40)	Alta a baja (14,36-1,19)	Medio a bajo (8,1-1,4)	Alto a bajo (320-21)	Baja a media

Fuente: Elaboración propia

En los Anexos se presenta la descripción de los perfiles modales y la galería fotográfica de cada una de las unidades de suelos identificados dentro del área del trabajo de investigación; como también los resultados de Análisis de Suelos emitidos por el laboratorio de la UNALM, así mismo se adjunta el Mapa de Suelos en los Anexos del presente trabajo de investigación.

#### **4.2 Calidad de los Suelos**

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros evaluados para las diez (10) estaciones de muestreo de calidad del suelo.

Tabla 25. Ilustración de Concentración de parámetros analizados

Parámetro	Unidad	L.D.	MuCas-01	MuCas-02	MuCas-03	MuCas-04	MuCas-05	MuCas-06	MuCas-07	MuCas-08	MuCas-09	MuCas-10	ECA* Suelo Agrícola
pH	Und pH	-	5,69	5,41	4,39	5,58	5,72	5,17	4,72	4,77	5,04	4,76	**
<b>Análisis fisicoquímico</b>													
<b>Análisis de Metales</b>													
Cianuro libre	mg/kg	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,9
Arsénico	mg/kg	0,897	3,18	2,754	1,957	2,188	13,425	3,639	3,206	12,158	3,35	2,235	50
Bario	mg/kg	0,138	107,003	46,728	14,87	49,831	84,518	88,628	12,469	22,18	16,421	15,838	750
Cadmio	mg/kg	0,045	0,337	0,248	0,339	<0,045	0,281	0,099	0,186	0,103	0,137	0,119	1,4
Cromo VI	mg/kg	0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	0,4
Mercurio	mg/kg	0,0109	0,4381	0,4125	0,4805	0,294	0,2885	0,5997	0,1877	0,1718	0,142	0,1369	6,6
Plomo	mg/kg	0,109	19,042	9,311	10,268	4,125	38,677	19,493	10,401	8,399	7,728	10,396	70
<b>Análisis de Hidrocarburos totales de petróleo</b>													
Fracción F1 (C6-10)	mg/kg	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	200
Fracción F2 (C10-C28)	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5	19	<5	<5	<5	<5	<5	1 200

\*: D.S. 02-2013-MINAM.

L.D.: Límite de detección

\*\* : No presenta valor en ese parámetro.

FUENTE: SGS DEL PERÚ S.A.C.

## **Metales pesados**

Se reporta que en los diez (10) puntos de muestreo realizados y analizados, los valores de cianuro libre, arsénico, bario, cadmio, cromo VI, mercurio y plomo; se encuentran en niveles menores a los estándares de calidad ambiental para suelos agrícolas de acuerdo al D.S. N° 002-2013-MINAM; inclusive, los valores de cianuro libre y cromo VI son menores a los límites de detección establecido en el proceso analítico en cada caso, es decir, son menores a 0,2 mg/kg y 0,11 mg/kg, respectivamente.

Las concentraciones de arsénico varían de 1,957 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-03 a 13,425 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-05; concentraciones de bario varían de 12,469 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-07 a 107,003 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-01; las concentraciones de cadmio varían de <0,045 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-04 a 0,339 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-03; las concentraciones de mercurio varían de 0,1369 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-10 a 0,5997 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-06, y las concentraciones de plomo varían de 4,125 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-04 a 38,677 mg/kg en el punto de muestreo MuCas-05. Como se reitera, estos valores son menores a los estándares de calidad ambiental para suelos agrícolas de acuerdo al D.S. N° 002-2013-MINAM.

En términos generales, los suelos del área de estudio derivan de materiales intrusivos denominados Granito de Paucartambo, implica granitos de grano medio a fino, holocristalina de color blanquecino, conformada por alto contenido de cuarzos, acompañados de feldespatos potásicos, plagioclasas y en menor proporción biotita y hornablenda; por lo que los suelos tienden a ser de textura moderadamente gruesa a gruesa y extremadamente ácida (pH 4,39) en el punto de muestreo MuCas-03 a moderadamente ácidas (pH 5,72) en el punto de muestreo MuCas-05.

De acuerdo a los resultados reportados en los diez (10) puntos de muestreo realizados y analizados, en el área de estudio no hay evidencias de procesos naturales del tipo geológico (geogénicos) referidos a intemperismo o meteorización de afloramientos o procesos de mineralización que pueden originar concentraciones de los parámetros inorgánicos que excedan los estándares de calidad ambiental para suelos agrícolas de acuerdo al D.S. N° 002-2013-MINAM.

### **Hidrocarburos totales de petróleo**

Se reporta que en los diez (10) puntos de muestreo realizados y analizados, los valores reportados para las fracciones de hidrocarburos totales de petróleo referidos a F1 y F2, son menores a los Estándares de Calidad Ambiental para suelos agrícolas (D.S. N° 002-2013-MINAM), que establece como niveles críticos, 200 y 1 200 mg/kg, respectivamente. Inclusive las concentraciones de la Fracción F1 (C5-C10) presentan niveles menores a 0,08 mg/kg; mientras que, la concentración de la Fracción F2 (C10-C28) presenta valores menores a 121 mg/kg.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de los hallazgos encontramos, aceptamos la hipótesis nula, que establece que la caracterización taxonómica tiene relación con la calidad de los suelos de la comunidad campesina de San Antonio de Sunec.

Estos resultados guardan relación con lo que Quispe (2014) realizó en su investigación sobre la caracterización física, química y biológica de los suelos del distrito de Callanamarca – Angaraes – Huancavelica., donde evaluó en la propiedades físicas como la textura, color, porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva, pendiente; y en las propiedades químicas: el potencial de Hidrogeno, materia orgánica (MO), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Carbonatos de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), Salinidad (CE), fosforo (P) y potasio (K). La textura que indica Quispe, varia de franco a franco arcilloso, en nuestra investigación varia de arena, arena franca, franco y franco arcilloso; es decir en nuestra investigación se tiene mayor diversidad de textura. En cuanto al pH varia de moderadamente acido a ligeramente alcalino en el caso de la investigación de Quispe, nuestra investigación nos indica fuertemente acido solo en un punto es moderadamente acido (MuCs-29).

También, Ruiz (2016) en su investigación Estudio Fisicoquímico del suelo del sistema de andenería - Caca - Yauyos - Lima., evaluó la fertilidad del suelo usando los niveles de calidad. Tomo como indicadores fisicoquímicos la textura, densidad aparente y humedad, e indicadores químicos como el potencial de hidrogeno, conductividad eléctrica, carbonatos, materia orgánica, fosforo disponible, capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases, que es también los parámetros que se tomaron en la presente tesis.

Pero en lo que no concuerda el estudio del referido autor Ruiz (2016) con la presente tesis es que no se utilizó los parámetros de nitrógeno disponible (nitratos), Azufre disponible (sulfatos) y micronutrientes (cobre, cinc, hierro y cloruros), debido a que para la

determinación de la fertilidad se necesita estos parámetros mencionados y para la presente tesis no era necesario para poder cumplir con nuestros objetivos planteados.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que al término de la realización del diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo en la Comunidad de San Antonio de Sunec – entre los departamentos de Pasco y Huánuco, lo siguiente:

Acerca de la caracterización de los suelos se concluye en la siguiente descripción de las consociaciones de unidades de suelos que se encontraron en la zona de estudio de investigación de la tesis, se tiene que la Consociación Amapola (Am) ocupa una superficie de 11,44 ha, el 0,10% del área de estudio, La Consociación Huarapatay (Hy) ocupa una superficie de 130,16 ha, el 1,09% del área de estudio, la Consociación Lachoga (Lg) ocupa una superficie de 559,70 ha, el 4,68% del área de estudio, la Consociación Ñauran (Ña) ocupa una superficie de 202,41 ha, el 1,69% del área de estudio, la Consociación Piñapampa (Pñ) ocupa una superficie de 85,85 ha, el 0,72% del área de estudio, la Consociación Pistonpampa (Pt) ocupa una superficie de 279,01 ha, el 2,33% del área de estudio, la Consociación Racra (Ra) ocupa una superficie de 645,36 ha, el 5,40% del área de estudio, la Consociación Rumichaca (Rm) ocupa una superficie de 339,23 ha, el 2,84% del área de estudio, la Consociación San Juan (Sj) ocupa una superficie de 424,23 ha, el 3,55% del área de estudio, la Consociación Turmaña (Tu) ocupa una superficie de 1 066,21 ha, el 8,92% del área de estudio, la Consociación Yanacucho (Ya) ocupa una superficie de 682,50 ha, el 5,71% del área de estudio, la Consociación Yanacocha (Yn) ocupa una superficie de 559,27 ha, el 4,68% del área de estudio, teniendo cada consociación un tipo de suelo diferente, además de un desarrollo genético distinto en cada caso.

Acerca de la calidad se concluye de acuerdo a la evaluación y comparación de los Estándares de Calidad Ambiental del suelo (ECA) (D.S. N° 002-2013-MINAM) para uso de suelo agrícola que los resultados analizados, indican que los suelos evaluados no muestran



evidencias de procesos de afectación de la calidad del suelo por parámetros orgánicos o inorgánicos, que podrían derivar de procesos geogénicos o actividades antropogénicas. Por lo tanto, se concluye que los valores reportados son menores a los establecidos en estos estándares para suelos agrícolas tanto en metales pesados como hidrocarburos.

## VII. RECOMENDACIONES

A partir de los datos obtenidos durante el desarrollo de la presente tesis y de acuerdo a los resultados en la calidad y caracterización de suelos de la comunidad de San Antonio de Sunec, se ha generado un punto de partida para futuras investigaciones que prosigan con el monitoreo de suelos en los puntos realizados como control desde ahora, con el único fin de conservar y/o mejorar el suelo en esta comunidad.

El diagnostico fisicoquímico nos indica las características y calidad de los suelos en la comunidad de San Antonio de Sunec, en un momento determinado, estas condiciones que tienen estos suelos, progresivamente irán variando, debido a las condiciones explicadas anteriormente, mantener un diagnostico actual exige esfuerzo, tiempo y dedicación fundamentalmente por parte de las autoridades y personas responsables.

Se recomienda poder continuar con estudios relacionados con el suelo en esta comunidad, ya que como se mencionó anteriormente, las condiciones de estos suelos van a cambiar progresivamente y se necesita contar con información actualizada de los suelos en la comunidad, para poder tener una mejor toma de decisiones respecto a la implementación de nuevos programas y proyectos relacionados a los suelos, pudiendo tener así, un nuevo pilar económico para poder mejorar la calidad de vida de la población de esta comunidad y a la vez poder cuidar este recurso teniendo un desarrollo sostenible.

## VIII. REFERENCIAS

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2006). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ª Edición. México D.F.*
- Bukman H. (1993). *Naturaleza y propiedades de los suelos*, Editorial Hispano América México D, F. p 3-17.
- Buol, Hole y Craken (1989). *Génesis y Clasificación de Suelos*. Editorial Trillas. México. México D.F. p 29-61.
- Carlos Luis Vargas Merchan (2012) *Caracterización físico-química de suelos en plantaciones de pinus radiata en Acosa, parroquia Lasso, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Riobamba – Ecuador.*
- Decreto Supremo 011-2017-MINAM-ECA del ministerio del Ambiente (2017). *Estándares de Calidad Ambiental para Suelos.*
- Decreto Supremo 013-2010-AG del ministerio de Agricultura (2010). *Reglamento para la Ejecución del Levantamiento de suelos.*
- Decreto Supremo 017-2009-AG del ministerio de agricultura (2009). *Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.*
- Departamento de Edafología y química agrícola Universidad de Granada (actualizado 17 de septiembre 2019). *El suelo, concepto y formación. Recuperado de: <http://edafologia.urg.es/introeda/tema01/factform.htm>.*
- Dr. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado y Dra. María del Pilar Baptista Lucio (2014) *Metodología de la Investigación - Sexta Edición. México.*
- Havlin y Beaton (1998). *Soil Fertility and Fertilizers*. 5ta Edition. Ed. Mc. Millan. Ontario. 634p.
- Honorato (1993). *Manual de Edafología*. Editorial Universidad Católica de Chile. Documento Técnico.
- Huiza Matamoros, William y Quispe Torres, José Carlos (2017) *Evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo de los tipos de pastizal del centro de investigación de camélidos sudamericanos – lachocc. Huancavelica – Perú.*
- Gavande, S. (1976) *Física de Suelos. Principios y Aplicaciones*. Editorial Limusa-Wiley. Barcelona, España.
- Ing. Agr. L. Rucks, Ing. Agr. F. García, Ing. Agr. A. Kaplán, Ing. Agr. J. Ponce de León. Ing. Agr. M. Hill (2004) *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo – Uruguay.
- Ing. Agrónomo Garrido Valero Soledad (1994) *Interpretación de análisis del suelo*. Madrid – España.
- Isabel Miralles Mellado (2006) *Calidad de suelos en ambientes calizos mediterráneos: Parque natural de Sierra Maria – Los Vélez. Granada – España.*

- James H. Cock, Diana M. Álvarez, Marcela Estrada (2006) *Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Versión 2. Colombia.*
- Jaramillo (2000). *Clasificación taxonómica de los suelos del altiplano de San Félix, departamento de Caldas. Rev. Fac. Nal. Agr. Med.* 53(2): 1059-1076.
- Judith Prieto-Méndez, Francisco Prieto-García, Otilio Arturo Acevedo-Sandoval, María Aurora Méndez-Marzo (2013) *Indicadores e Índices De Calidad De Los Suelos (Ics) Cebaderos Del Sur Del Estado De Hidalgo, México.*
- Lester et al. (2007). *Impact of Potassium Nutrition on Food Quality of Fruits and Vegetables: A Condensed and Concise Review of the Literature.* Better Crops, 94(1): 18 – 21.
- López Párraga Gema María y Zamora Mera Antonio Rafael (2016) *Diagnóstico de la fertilidad del suelo en el área de investigación, innovación y desarrollo de la Espam-mfl. Calceta – Ecuador.*
- Magdoff, F. y Weil, R. (2004). *Soil organic matter management strategies. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*, 45-65.
- Manuel Pulido Fernández (2014). *Indicadores de calidad del suelo en áreas de pastoreo. Suroeste Ibérico – España.*
- Oñate, M. (2012). *Génesis y Morfologías de los Suelos, Riobamba –Ecuador* 4- 51 p.
- Quispe Ñahui, E. G. (2014). *Caracterización física, química y biológico de suelos del distrito de Callanmarca - Angaraes - Huancavelica.*
- Rehm (2012). *Soil cation ratios for crops production. Minneapolis, Estados Unidos de América, Soil Science Department. University of Minnesota. Publication 533.*
- Ruiz Olortino, G. P. (2016). *Estudio Físicoquímico del Suelo del Sistema de Andenería.*
- Silva, P. (2002). *Evaluación de algunas propiedades físicas y químicas de un suelo Mollisol asociadas a manejo en cero labranzas. En: Evaluación de parámetros y Procesos Hidrológicos en el Suelo. Compendio de los trabajos presentados en la VII Escuela Latinoamericana de Física de Suelos. La Serena, Chile. Noviembre del 2 al 14 de 2003. UNESCO, Paris. 95-100p.*
- Taxonomía de los Suelos (2014). *Keys of Soil taxonomy, 2014.* USDA Departamento de Agricultura, EEUU.
- Thompson y Troeh (2002). *Agricultura, Ciencia de la Tierra y Medioambiente. Editorial Reverté.*
- USDA Departamento de Agricultura, Servicio de Investigación Agrícola, Servicio de Conservación de Recursos Naturales Instituto de Calidad de Suelos (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo.* EEUU.
- Zavaleta García Amaro (1992). *Edafología: El Suelo en relación con la producción.*

## IX. ANEXOS

### Perfiles Modales

#### 1 SUELO ALAMBRAJASHA (Aj)

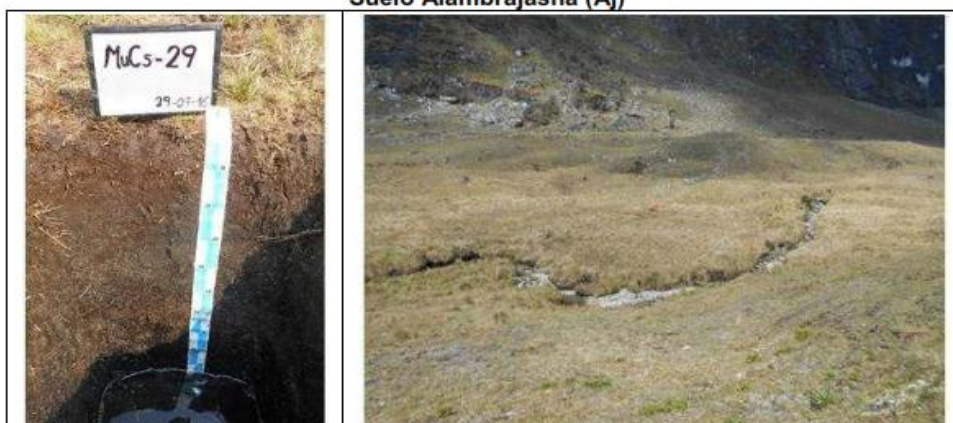
Ubicación	:	Calicata MuCs-29.
Coordenadas	:	0402254 E, 8848192 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014):Fluvaquentic Haplohemists
Material Parental	:	Orgánico
Fisiografía	:	Altiplanicie Fluvio Glaciar
Relieve	:	Plano a Ligeramente Inclinada
Pendiente	:	0-4%
Altitud	:	3762 msnm.
Vegetación	:	Pajonal húmedo.

**Cuadro N° 1**  
**Descripción de Suelo Alambrajasha (Aj)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oi1	0-25	Orgánico, color pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, masiva; friable, moderadamente acida (pH 6,05), contenido alto en materia orgánica (64,87%), sin carbonatos, no salino (0,46 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (88,00 meq/100 g), raíces finas y medias abundantes, permeabilidad moderada y drenaje imperfecto. Límite de horizonte claro al.
Oi2	25-65	Orgánico, color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, masiva; friable, ligeramente acida (pH 6,14), contenido alto en materia orgánica (82,13%), sin carbonatos, no salino (0,30 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (90,80 meq/100 g), permeabilidad moderada y drenaje imperfecto. Límite de horizonte claro al.
Oi3	65-90	Orgánico, color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, masiva; friable, ligeramente acida (pH 6,16), contenido alto en materia orgánica (79,15%), sin carbonatos, no salino (0,24 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (92,00 meq/100 g), permeabilidad moderada y drenaje imperfecto. Límite de horizonte claro al.
Oi4	90-105	Orgánico, color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, masiva; friable, moderadamente acida (pH 5,79), contenido alto en materia orgánica (76,15%), sin carbonatos, no salino (0,41 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (94,40 meq/100 g), permeabilidad moderada y drenaje imperfecto.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 1**  
**Suelo Alambrajasha (Aj)**



FUENTE: PROPIA

## 2 SUELO AMAPOLA (Am)

Ubicación	:	Calicata MuCs-06.
Coordenadas	:	396437 E, 8853339 N.
Zona de Vida	:	Paramo Pluvial-Subtropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Typic Humicryepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Quebrado
Pendiente	:	40%
Altitud	:	3787 msnm.
Vegetación	:	Pajonal etc.

**Cuadro N° 2**  
**Descripción de Suelo Amapola (Am)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A1	0-40	Franco arenosa, color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, medio, débil; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,69), contenido alto en materia orgánica (14,38%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (34,40 meq/100 g), raíces finas abundantes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
A2	40-85	Franco arenosa, color negro (7.5YR 2.5/1) en húmedo, granular, fino, débil; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,67), contenido alto en materia orgánica (9,36%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (31,04 meq/100 g), raíces finas y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C	85-120	Franco arenosa, color pardo (7.5YR 4/4) en húmedo, masiva, firme, muy fuertemente ácida (pH 4,57), contenido bajo en materia orgánica (1,95%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (15,36 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 2**  
**Suelo Amapola (Am)**



FUENTE: PROPIA



**3 SUELO HUARAPATAY (Hy)**

Ubicación : Calicata MuCs-14.  
 Coordenadas : 401444 E, 8852297 N.  
 Zona de Vida : Bosque Pluvial-Montano Tropical  
 Clasificación Natural : Soil Taxonomy (2014): Typic Humudepts  
 Material Parental : Depósito Morrénico  
 Fisiografía : Altiplanicie  
 Relieve : Ondulado  
 Pendiente : 20%  
 Altitud : 3477 msnm.  
 Vegetación : Pasto natural.

**Cuadro N° 3  
 Descripción de Suelo Huarapatay (Hy)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-32	Franco arenosa, color pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, granular, medio, débil; friable, extremadamente acida (pH 4,42), contenido alto en materia orgánica (8,94%), sin carbonatos, no salino (0,05 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (24,48 meq/100 g), raíces finas comunes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
Bw	32-70	Franco arenosa, color pardo (10YR 4/3) en húmedo, masiva, firme, muy fuertemente acida (pH 4,80), contenido bajo en materia orgánica (1,74%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (13,28 meq/100 g), raíces finas escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C	70-110	Franco arenosa, color pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo, masiva, firme, muy fuertemente acida (pH 4,83), contenido medio en materia orgánica (2,00%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (16,32 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 3  
 Suelo Huarapatay (Hy)**



FUENTE: PROPIA

#### 4 SUELO LACHOGA (Lg)

Ubicación	:	Calicata MuCs-10.
Coordenadas	:	401965 E, 8862196 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Pachic Humudepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Quebrada
Pendiente	:	60%
Altitud	:	3655 msnm.
Vegetación	:	Pasto natural, Etc.

**Cuadro N° 4**  
**Descripción de Suelo Lachoga (Lg)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A1	0-20	Color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, fino, moderado; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,53), contenido alto en materia orgánica (18,73%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (39,36 meq/100 g), raíces finas abundantes y medias comunes, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
A2	20-45	Color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, fino, moderado; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,58), contenido alto en materia orgánica (14,95%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (40,48 meq/100 g), raíces finas comunes y medias pocas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C	45-85	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, granular, fino, moderado; friable, extremadamente ácida (pH 4,48), contenido alto en materia orgánica (11,83%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (38,40 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
R	+85	Rocas.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 4**  
**Suelo Lachoga (Lg)**



FUENTE: PROPIA



## 5 SUELO ÑAURAN (Ña)

Ubicación	:	Calicata MuCs-28.
Coordenadas	:	401654 E, 8848196 N.
Zona de Vida	:	Paramo Pluvial-Subtropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Typic Humicryepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montana
Relieve	:	Quebrado
Pendiente	:	40%
Altitud	:	4086 msnm.
Vegetación	:	Pajonal.

**Cuadro N° 5**  
**Descripción de Suelo Ñauran (Ña)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-35	Arena franca, color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, granular, fino, débil; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,66), contenido alto en materia orgánica (13,79%), sin carbonatos, no salino (0,06 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (33,60 meq/100 g), raíces finas abundantes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
Bw	35-55	Franco arenosa, color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, medio, débil; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,88), contenido bajo en materia orgánica (1,23%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (12,80 meq/100 g), raíces finas escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C	55-120	Franco arenosa, color pardo amarillento a gris pardusco claro (10YR 5/4-2.5Y6/2) en húmedo, masiva, firme, muy fuertemente ácida (pH 5,00), contenido bajo en materia orgánica (0,14%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (10,24 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 5**  
**Suelo Ñauran (Ña)**



FUENTE: PROPIA

## 6 SUELO PIÑAPAMPA (Pñ)

Ubicación	:	Calicata MuCs-25.
Coordenadas	:	403385 E, 8852748 N.
Zona de Vida	:	Paramo Pluvial-Sub Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014):Typic Humicryepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Quebrado
Pendiente	:	60%
Altitud	:	3930 msnm.
Vegetación	:	Pajonal.

**Cuadro N° 6**  
**Descripción de Suelo Piñapampa (Pñ)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A1	0-30	Color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, fino, débil; friable, extremadamente ácida (pH 3,79), contenido alto en materia orgánica (51,72%), sin carbonatos, no salino (0,27 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (84,00 meq/100 g), raíces finas abundantes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
A2	30-60	Color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, medio, débil; friable, extremadamente ácida (pH 4,23), contenido alto en materia orgánica (18,93%), sin carbonatos, no salino (0,05 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (59,20 meq/100 g), raíces finas comunes, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
Cr	60-80	Arenosa, color pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente ácida (pH 4,56), contenido alto en materia orgánica (8,55%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (35,20 meq/100 g), permeabilidad rápida y drenaje bueno.
R	>80	Rocas.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 6**  
**Suelo Piñapampa (Pñ)**



FUENTE: PROPIA



## 7 SUELO PISTONPAMPA (Pt)

Ubicación	:	Calicata MuCs-23.
Coordenadas	:	402669 E, 8851361 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Pachic Humudepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Ondulado
Pendiente	:	60%
Altitud	:	3579 msnm.
Vegetación	:	Arbustivo.

**Cuadro N° 7**  
**Descripción de Suelo Pistonpampa (Pt)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
H	8-0	Hojarasca
A1	0-18	Color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, fino, débil; friable, ultra ácida (pH 3,15), contenido alto en materia orgánica (82,75%), sin carbonatos, no salino (0,44 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (116,00 meq/100 g), raíces finas abundantes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
A2	18-58	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, granular, medio, débil; friable, extremadamente ácida (pH 3,81), contenido alto en materia orgánica (26,77%), sin carbonatos, no salino (0,10 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (64,00 meq/100 g), raíces finas comunes y medias muy escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte gradual al.
C	58-95	Arena franca, color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente ácida (pH 4,60), contenido alto en materia orgánica (5,05%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (19,20 meq/100 g), permeabilidad rápida y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 7**  
**Suelo Pistonpampa (Pt)**



FUENTE: PROPIA

## 8 SUELO RACRA (Ra)

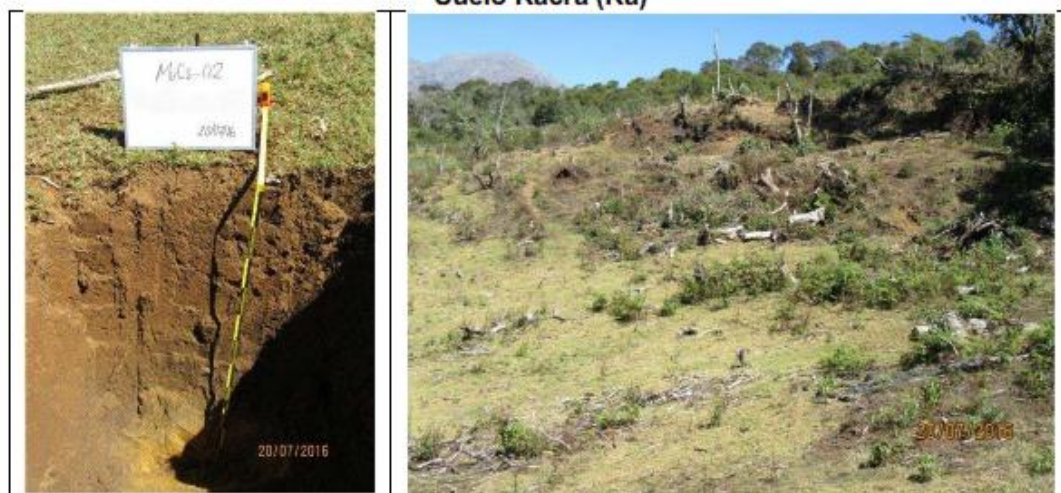
Ubicación	:	Calicata MuCs-02.
Coordenadas	:	401256 E, 8858735 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Pachic Humudepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Ondulado
Pendiente	:	60%
Altitud	:	3155 msnm.
Vegetación	:	Pasto natural.

**Cuadro N° 8**  
**Descripción de Suelo Racra (Ra)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-20	Franco arenosa, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3) en húmedo, granular, fino, débil; friable, muy fuertemente acida (pH 5,05), contenido alto en materia orgánica (16,50%), sin carbonatos, no salino (0,07 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (32,64 meq/100 g), raíces finas comunes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
Bw1	20-58	Franco arenosa, color pardo oscuro (7.5YR 3/3) en húmedo, granular, fino, moderado; friable, muy fuertemente acida (pH 5,09), contenido alto en materia orgánica (8,69%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (34,40 meq/100 g), raíces finas comunes, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
Bw2	58-95	Franco arenosa, color pardo grisáceo (10YR 5/2) en húmedo, granular, medio, moderado; firme, muy fuertemente acida (pH 4,90), contenido alto en materia orgánica (6,64%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (29,60 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C	95-120	Franco arenosa, color pardo amarillento oscuro (10YR 4/6) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente acida (pH 4,88), bajo en materia orgánica (1,90%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (21,76 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 8**  
**Suelo Racra (Ra)**



FUENTE: PROPIA



## 9 SUELO RUMICHACA (Rm)

Ubicación	:	Calicata MuCs-09.
Coordenadas	:	401783 E, 8860186 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Pachic Humudepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Quebrado
Pendiente	:	60%
Altitud	:	3283 msnm.
Vegetación	:	Matorral, arbustivo, etc.

**Cuadro N° 9**  
**Descripción de Suelo Rumichaca (Rm)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-28	Franco arenosa, color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, granular, fino, débil; friable, extremadamente acida (pH 4,37), contenido alto en materia orgánica (10,85%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (25,12 meq/100 g), raíces finas comunes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C1	28-60	Franco arenosa, color pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente acida (pH 4,51), contenido bajo en materia orgánica (1,27%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (11,68 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C2	60-100	Franco arenosa, color pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente acida (pH 4,55), contenido bajo en materia orgánica (1,53%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (10,08 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 9**  
**Suelo Rumichaca (Rm)**



FUENTE: PROPIA

## 10 SUELO SAN JUAN (Sj)

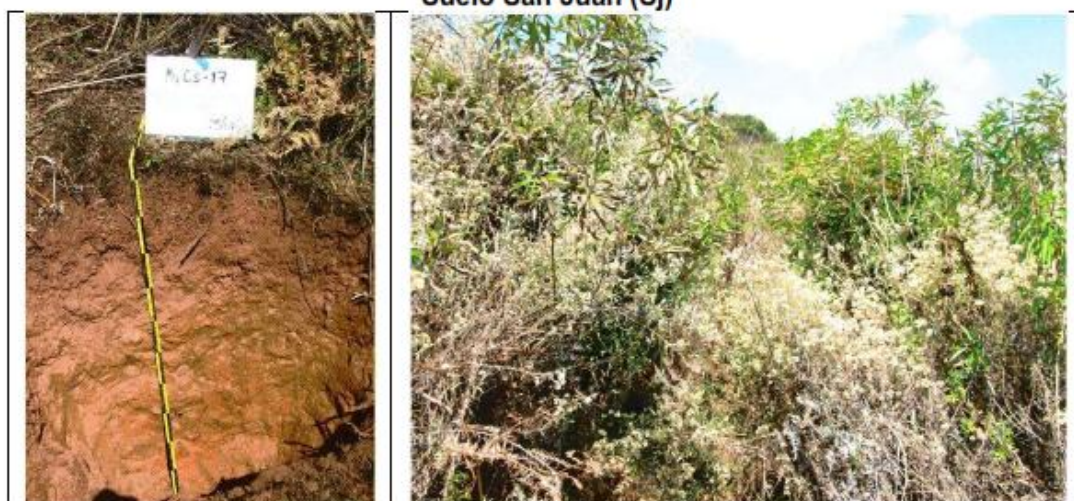
Ubicación	:	Calicata MuCs-17.
Coordenadas	:	402595 E, 8858228 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Humic Dystrudepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Ondulado
Pendiente	:	30%
Altitud	:	3084 msnm.
Vegetación	:	Matorral.

**Cuadro N° 10**  
**Descripción de Suelo San Juan (Sj)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-30	Franco arenosa, color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo, granular, medio, débil; friable, fuertemente ácida (pH 5,12), contenido alto en materia orgánica (7,49%), sin carbonatos, no salino (0,07 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (29,44 meq/100 g), raíces finas abundantes, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
AB	30-55	Franco arenosa, color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo, granular, fino, débil; friable, fuertemente ácida (pH 5,18), contenido alto en materia orgánica (5,09%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (20,80 meq/100 g), raíces finas escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
Bw	55-75	Franca, color pardo fuerte (7.5YR 5/8) en húmedo, bloques subangulares, finos, débil; firme, fuertemente ácida (pH 5,21), contenido bajo en materia orgánica (0,11%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (14,08 meq/100 g), raíces finas muy escasas, permeabilidad moderada y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C	75-115	Franca, color pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente ácida (pH 5,01), contenido bajo en materia orgánica (0,42%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (14,72 meq/100 g), permeabilidad moderada y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 10**  
**Suelo San Juan (Sj)**



FUENTE: PROPIA



**11 SUELO TURMAÑA (Tu)**

Ubicación	:	Calicata MuCs-22.
Coordenadas	:	402312 E, 8856423 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Typic Udorthents
Material Parental	:	Deposito Coluvial
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Ondulado
Pendiente	:	30%
Altitud	:	3345 msnm.
Vegetación	:	Arbustivo.

**Cuadro N° 11  
Descripción de Suelo Turmaña (Tu)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-28	Franco arenosa, color pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, granular, fino, débil; friable, extremadamente acida (pH 4,46), contenido alto en materia orgánica (4,78%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (18,72 meq/100 g), raíces finas comunes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C1	28-60	Franco arenosa, color pardo (10YR 4/3) en húmedo, masiva; firme, extremadamente acida (pH 4,36), contenido bajo en materia orgánica (0,92%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (11,52 meq/100 g), raíces finas escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C2	60-100	Franco arenosa, color pardo amarillento oscuro (10YR 4/6) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente acida (pH 4,63), contenido bajo en materia orgánica (0,07%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (10,40 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 11  
Suelo Turmaña (Tu)**



FUENTE: PROPIA

## 12 SUELO YANACOCCHA (Yn)

Ubicación	:	Calicata MuCs-16.
Coordenadas	:	399981 E, 8854816 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Pachic Humudepts
Material Parental	:	Residual
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Ondulado
Pendiente	:	30%
Altitud	:	3408 msnm.
Vegetación	:	Pastos naturales, etc.

**Cuadro N° 12**  
**Descripción de Suelo Yanacocha (Yn)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-36	Franco arenosa, color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, granular, fino, débil; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,77), contenido alto en materia orgánica (16,01%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (41,28 meq/100 g), raíces finas comunes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
AC	36-65	Franco arenosa, color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, granular, fino, moderado; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,83), contenido alto en materia orgánica (8,01%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (29,92 meq/100 g), raíces finas escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C	65-100	Franco arenosa, color pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, granular, medio, moderado; friable, muy fuertemente ácida (pH 4,88), contenido alto en materia orgánica (9,49%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (37,28 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 12**  
**Suelo Yanacocha (Yn)**



FUENTE: PROPIA



**13 SUELO YANACUCHO (Ya)**

Ubicación : Calicata MuCs-24.  
 Coordenadas : 402857 E, 8849663 N.  
 Zona de Vida : Bosque Pluvial-Montano Tropical  
 Clasificación Natural : Soil Taxonomy (2014): Pachic Humudepts  
 Material Parental : Deposito Morrénico  
 Fisiografía : Altiplanicie  
 Relieve : Ondulado  
 Pendiente : 10%  
 Altitud : 3473 msnm.  
 Vegetación : Matorral.

**Cuadro N° 13**  
**Descripción de Suelo Yanacucho (Ya)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-30	Franco arenosa, color negro (10YR 2/1) en húmedo, granular, fino, débil; friable, extremadamente ácida (pH 4,28), contenido alto en materia orgánica (16,12%), sin carbonatos, no salino (0,10 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (35,20 meq/100 g), raíces finas abundantes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C1	30-55	Arena, color pardo grisáceo (10YR 5/2) en húmedo, masiva; firme, muy fuertemente ácida (pH 4,65), contenido medio en materia orgánica (2,99%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (9,28 meq/100 g), raíces finas escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C2	55-100	Arena, color pardo rojizo claro (5YR 6/3) en húmedo, masiva, muy firme, muy fuertemente ácida (pH 4,69), contenido alto en materia orgánica (4,40%), sin carbonatos, no salino (0,05 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (12,32 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 13**  
**Suelo Yanacucho (Ya)**



FUENTE: PROPIA

#### 14 SUELO YURACOCHA (Yr)

Ubicación	:	Calicata MuCs-04.
Coordenadas	:	401894 E, 8854239 N.
Zona de Vida	:	Bosque Pluvial-Montano Tropical
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy (2014): Typic Humudepts
Material Parental	:	Depósito Coluvial
Fisiografía	:	Ladera de Montaña
Relieve	:	Ondulado
Pendiente	:	60%
Altitud	:	3310 msnm.
Vegetación	:	Matorral.

**Cuadro N° 14**  
**Descripción de Suelo Yuracocha (Yr)**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-42	Franco arenosa, color pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, granular, medio, débil; friable, fuertemente ácida (pH 5,54), contenido alto en materia orgánica (11,77%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (32,00 meq/100 g), raíces finas abundantes y medias escasas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte claro al.
C1	42-60	Franco arenosa, color pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo, masiva; friable, fuertemente ácida (pH 5,48), contenido medio en materia orgánica (3,92%), sin carbonatos, no salino (0,03 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (20,48 meq/100 g), raíces finas pocas, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C2	60-90	Franco arenosa, color pardo amarillento oscuro (10YR 4/6) en húmedo, masiva; firme, moderadamente ácida (pH 5,67), contenido medio en materia orgánica (2,73%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (18,40 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno. Límite de horizonte difuso al.
C3	90-100	Franco arenosa, color pardo amarillento (10YR 5/6) en húmedo, masiva; firme, fuertemente ácida (pH 5,50), contenido medio en materia orgánica (2,43%), sin carbonatos, no salino (0,02 dS/m), capacidad de intercambio catiónico (20,16 meq/100 g), permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno.

FUENTE: PROPIA

**Fotografía N° 14**  
**Suelo Yuracocha (Yr)**



FUENTE: PROPIA



## Fichas Técnicas de Puntos de Monitoreo de Calidad de Suelo

### FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

#### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Codigo de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCAs-01

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= BioLógico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

A 15 m del río Huariachaca/Yanacucho, aproximadamente a 450 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Huarapatay

#### UBICACIÓN

Distrito :

POZUZO

Provincia :

OXAPAMPA

Departamento :

PASCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,856,773

Este :

400,517

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

2,900

( metros sobre el nivel del mar )

#### PARÁMETROS DE MUESTREO

Parametro		Frecuencia de Muestreo (SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	Frecuencia de Reporte (TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUÍMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.	N.A.
METALES	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Mercurio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	Plomo (mg/kg)	N.A.	N.A.
	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.	N.A.
	F2 (C-10-C28) (mg/kg)	N.A.	N.A.



## FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-02

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

En la ladera del cerro Rumichaca, a 100 m de la vía Sunec-Ticlacayan

### UBICACIÓN

Distrito :

PANAO

Provincia :

PACHITEA

Departamento :

HUANUCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,853,161

Este :

397,152

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

3,523

( metros sobre el nivel del mar )

### PARÁMETROS DE MUESTREO

Parametro	Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Reporte
	(SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	(TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUÍMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.
METALES	Mercurio (mg/kg)	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.
	Plomo (mg/kg)	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.
	F2 (C10-C28) (mg/kg)	N.A.



## FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-03

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

En la ladera del cerro Pachamanchay, a 300 m de la quebrada Rumichaca

### UBICACIÓN

Distrito :

PANAO

Provincia :

PACHITEA

Departamento :

HUANUCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,860,978

Este :

399,071

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

3,547

( metros sobre el nivel del mar )

### PARÁMETROS DE MUESTREO

Parametro	Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Reporte
	(SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	(TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUIMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.
METALES	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.
	Mercurio (mg/kg)	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.
	Plomo (mg/kg)	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.
	F2 (C10-C28) (mg/kg)	N.A.



## FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-04

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

Al pie del cerro Amapola, a 65 m de la quebrada Amapola

### UBICACIÓN

Distrito :

POZUZO

Provincia :

OXAPAMPA

Departamento :

PASCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,852,297

Este :

401,444

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

3,500

( metros sobre el nivel del mar )

### PARÁMETROS DE MUESTREO

Parametro		Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Reporte
		(SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	(TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUIMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.	N.A.
METALES	Mercurio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Plomo (mg/kg)	N.A.	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.	N.A.
	F2 (C10-C28) (mg/kg)	N.A.	N.A.



## FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-05

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

A 300 m de la quebrada Lachoga, aproximadamente a 830 m aguas arriba de la confluencia con el río Huariachaca/Yanacucho

### UBICACIÓN

Distrito :

PANAO

Provincia :

PACHITEA

Departamento :

HUANUCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,860,208

Este :

402,944

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

2,954

( metros sobre el nivel del mar )

### PARÁMETROS DE MUESTREO

Parametro		Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Reporte
		(SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	(TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUÍMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.	N.A.
METALES	Mercuriuo (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Piomo (mg/kg)	N.A.	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.	N.A.
	F2 (C-10-C28) (mg/kg)	N.A.	N.A.



**FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN  
PUNTO DE MUESTREO**

**IDENTIFICACION DEL PUNTO**

Codigo de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-06

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

Adyacente al camino que lleva a Villa Carrión, a 550 m del río Huariachaca/Yanacucho

**UBICACIÓN**

Distrito :

POZUJO

Provincia :

OXAPAMPA

Departamento :

PASCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,858,228

Este :

402,595

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

3,070

( metros sobre el nivel del mar )

**PARÁMETROS DE MUESTREO**

Parametro		Frecuencia de Muestreo (SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	Frecuencia de Reporte (TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUÍMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.	N.A.
METALES	Mercuriuo (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Piomo (mg/kg)	N.A.	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.	N.A.
	F2 (C10-C28) (mg/kg)	N.A.	N.A.





**FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN  
PUNTO DE MUESTREO**

**IDENTIFICACION DEL PUNTO**

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-07

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

En la ladera del cerro Huayrachina, a 600 m de la quebrada Turmaña

**UBICACIÓN**

Distrito :

POZUZO

Provincia :

OXAPAMPA

Departamento :

PASCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,854,449

Este :

402,527

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

3,500

( metros sobre el nivel del mar )

**PARÁMETROS DE MUESTREO**

Parametro		Frecuencia de Muestreo (SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	Frecuencia de Reporte (TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUÍMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.	N.A.
METALES	Mercurio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Plomo (mg/kg)	N.A.	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C-10) (mg/kg)	N.A.	N.A.
	F2 (C-10-C28) (mg/kg)	N.A.	N.A.



## FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-08

Tipo de Muestra :

S

L=Líquido G=Gaseoso S=Sólido B=Biológico R=Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

Al pie del cerro Yanacucho, adyacente a la quebrada Pistompampa

### UBICACIÓN

Distrito :

POZUZO

Provincia :

OXAPAMPA

Departamento :

PASCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,851,483

Este :

402,941

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

4,073

( metros sobre el nivel del mar )

### PARÁMETROS DE MUESTREO

Parametro		Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Reporte
		(SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	(TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUIMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.	N.A.
METALES	Mercurio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.	N.A.
	Plomo (mg/kg)	N.A.	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.	N.A.
	F2 (C10-C28) (mg/kg)	N.A.	N.A.



## FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-09

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente/ Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

A 500 m de la quebrada Alambrajasha

### UBICACIÓN

Distrito :

POZUZO

Provincia :

OXAPAMPA

Departamento :

PASCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,848,196

Este :

401,654

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

3,554

( metros sobre el nivel del mar )

### PARÁMETROS DE MUESTREO

Parametro	Frecuencia de Muestreo		Frecuencia de Reporte	
	(SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)		(TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)	
FISICOQUÍMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.	N.A.	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
METALES	Mercurio (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
	Plomo (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.
	F2 (C10-C28) (mg/kg)	N.A.	N.A.	N.A.



## FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO

### IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control <sup>(1)</sup> :

MuCas-10

Tipo de Muestra :

S

L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase:

R

E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo <sup>(2)</sup> :

F

Tipo Procedencia / Ubicación <sup>(3)</sup> :

P

Descripción <sup>(4)</sup> :

Al pie del cerro Hurahonio, a 300 m del río Huariachaca/Yanacucho

### UBICACIÓN

Distrito :

PANAO

Provincia :

PACHITEA

Departamento :

HUANUCO

Cuenca :

RÍO PACHITEA

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84)

Norte :

8,849,909

Este :

398,306

Zona :

18

( 17, 18 o 19 )

Altitud :

3,746

( metros sobre el nivel del mar )

### PARÁMETROS DE MUESTREO

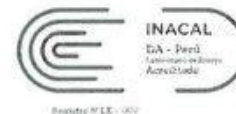
Parametro	Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Reporte
	(SEMANA, MENSUAL, TRIMESTRAL O SEMESTRAL)	(TRIMESTRAL, SEMESTRAL O ANUAL)
FISICOQUÍMICOS	Potencial de Hidrogeno	N.A.
	Cromo Hexavalente (mg/kg)	N.A.
METALES	Mercurio (mg/kg)	N.A.
	Cianuro Libre (mg/kg)	N.A.
	Arsénico (mg/kg)	N.A.
	Bario (mg/kg)	N.A.
	Cadmio (mg/kg)	N.A.
	Plomo (mg/kg)	N.A.
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	F1 (C5-C10) (mg/kg)	N.A.
	F2 (C10-C28) (mg/kg)	N.A.



## **Resultados del Laboratorio - Calidad**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613168**

ENV / LB-342063-007


PROCEDENCIA: San Antonio de Sunec

Fecha de Recepción SGS : 22-07-2016 23:15  
Muestreo Realizado Por : Marco Antonio Ames Rocha

Estación de Muestreo
MuCas-01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 30/07/2016

  
Frank M. Julcamoro Quispe  
CQP 1033  
Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900  
Arequipe t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe  
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613168**

IDENTIFICACION DE MUESTRA				MuCas-01
FECHA DE MUESTREO				22/07/2016
HORA DE MUESTREO				12:30
MATRIZ				SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO				SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado
<b>Análisis Generales</b>				
Cromo Hexavalente	ES_EPA3060_7195	mg/kg	0.11	<0.11
Mercurio	ES_EPA7471	mg/kg	0.0105	0.4381
Cianuro Libre	ES_EPA9015_APH_VCN_F	mg/kg	0.2	<0.2
Potencial de Hidrógeno	ES_EPA6045	pH	--	5.69
<b>Metales</b>				
Arsénico	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.997	3.190
Bario	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.139	107.003
Cadmio	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.045	0.337
Plomo	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.109	19.042
<b>Fración de Hidrocarburos F1 (C6-C10)</b>				
Fración de Hidrocarburos F1 (C6-C10)	ES_EPA8015_GRO_MG_KG	mg/kg	0.08	<0.08
<b>Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)</b>				
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	ES_EPA8015_DRO_MG_KG	mg/kg	5	<5



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Reporte N° LE 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613168**

**CONTROL DE CALIDAD**

LD: Límite de detección  
MB: Sesgo de proceso  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LD	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Arsénico	mg/kg	0.897	22/07/2016	<0.897	0 - 2%	NA - 100%	NA - 103%	NA - 3%
Bario	mg/kg	0.138	22/07/2016	<0.138	0 - 2%	98 - 102%	98 - 101%	0%
Cadmio	mg/kg	0.045	22/07/2016	<0.045	0 - 3%	NA - 100%	NA - 103%	NA - 0%
Cromo	mg/kg	0.109	22/07/2016	<0.109	0 - 8%	NA - 100%	NA - 103%	NA - 0%
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.11	22/07/2016	<0.11		104%	87%	0%
Mercurio	mg/kg	0.0108	22/07/2016	<0.0108	0%	101%	87%	0%
Fración de Hidrocarburos T2 (C10- C28)	mg/kg	5	22/07/2016	<5	0%	87%	114%	
Fración de Hidrocarburos T1 (C6-C10)	mg/kg	0.00	22/07/2016	<0.00	0%	88%	80%	
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	22/07/2016	<0.2		88%	83%	1%
Potencial de hidrogeno	pH	-	22/07/2016	-	0%	101%		

Página 3 de 4

SGS del Perú S.A.C. | Av. Eirner Fautsch 3348 | Callao | Callao t (511) 517 1903 | www.sgs.pe  
Ernesto Günther 275 | Parque Industrial | Arequipa t (084) 213 508 | Pa.servicios@sgs.com  
Jr. Arnaldo Márquez | Ba. San Antonio | Cajamarca t (076) 365 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613168**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_EPA3051_6020	Callao	Metales	EPA 3051A:2007, Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils/EPA 6020A:2007, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry.
ES_EPA3060_7196	Callao	Cromo Hexavalente	EPA 3060A, Rev.01, 1996, Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / EPA 7196A, Rev.01, 1992, Chromium, Hexavalent (Colorimetric) Validado 2014
ES_EPA/4/1	Callao	Mercurio	EPA 7471B: 2007, Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
ES_EPA8015_DRO_MQ_K G	Callao	Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C26)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA8015_GRO_MQ_K G	Callao	Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA9013_APHACNF	Callao	Cianuro Libre	EPA Method 9013A Rev.02 2014, Cyanide extraction procedure for solids and oils /SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> E, 22nd Ed. 2012 Cyanide, Cyanide-Selective Electrode Method, Validado 2016.
FS_EPA9045	Callao	Potencial de Hidrógeno	EPA 8045C: 2004, Rev.4, - Soil and waste PH

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad.  
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.  
SGS del Perú SAC Laboratorio está acreditado por INACAL - DA conforme a las requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en [www.incal.gob.pe](http://www.incal.gob.pe).  
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.com/ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Página 4 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Dimer Faucet 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1600 [www.sgs.pe](http://www.sgs.pe)

Arequipa t (054) 213 606 e [PE.servicios@sgs.com](mailto:PE.servicios@sgs.com)

Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613167**

ENV / LB-342063-008

PROCEDENCIA : San Antonio de Sunec


Fecha de Recepción SGS : 23-07-2016 10:15

Muestreo Realizado Por : Marco Antonio Ames Rocha

Estación de Muestreo
MuCas-02

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 30/07/2016

  
Frank M. Julcamoro Qulspe  
CQP 1033  
Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 4

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 | Callao 1 | Callao | t (511) 517 1900 | www.sgs.pe  
Ernesto Gunther 275 | Parque Industrial | Arequipa | t (054) 213 506 | e Po.servicios@sgs.com  
Jt. Amalido Márquez | Ba. San Antonio | Cajamarca | t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613167

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				MuCas-02
FECHA DE MUESTREO				22/07/2016
HORA DE MUESTREO				13:00
MATRIZ				SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO				SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado
<b>Análisis Generales</b>				
Cromo Hexavalente	ES_EPA3060_7196	mg/kg	0.11	<0.11
Mercurio	ES_EPA7471	mg/kg	0.0109	0.4125
Cianuro Libre	ES_EPA9013_APHACN F	mg/kg	0.2	<0.2
Potencial de hidrógeno	ES_EPA9045	pH	--	5.41
<b>Análisis Específicos</b>				
Artenico	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.897	2.754
Bario	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.138	46.728
Cadmio	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.045	0.248
Piomo	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.109	9.311
<b>Fración de Hidrocarburos F1 (C4-C10)</b>				
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	ES_EPA8015_GRO_MG _KG	mg/kg	0.08	<0.08
<b>Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)</b>				
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	ES_EPA8015_GRO_MG _KG	mg/kg	5	<5

Página 2 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe  
Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com  
Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613167**

**CONTROL DE CALIDAD**

LD: Límite de detección  
MB: Blanco del proceso  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LD	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Arsénico	mg/kg	0.897	23/07/2016	=0.897	0 - 2%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Bario	mg/kg	0.138	23/07/2016	=0.138	0 - 2%	98 - 102%	98 - 101%	0%
Cadmio	mg/kg	0.045	23/07/2016	<0.045	0 - 5%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Piombo	mg/kg	0.109	23/07/2016	<0.109	0 - 8%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.11	23/07/2016	<0.11		104%	87%	0%
Mercurio	mg/kg	0.0109	23/07/2016	<0.0109	0%	101%	97%	0%
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	5	23/07/2016	-5	0%	87%	114%	
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	0.08	23/07/2016	=0.08	0%	88%	90%	
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	23/07/2016	<0.2		88%	95%	1%
Potencial de Hidrógeno	pH	-	23/07/2016		0%	101%		



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613167**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_EPA3051_8020	Callao	Metales	EPA 3051A:2007, Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils/EPA 8020A:2007, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
ES_EPA3060_7196	Callao	Cromo Hexavalente	EPA 3060A, Rev.01, 1996, Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / EPA 7196A, Rev.01, 1992, Chromium, Hexavalent (Colorimetric) Validado 2014
ES_EPA7471	Callao	Mercurio	EPA 7471B: 2007, Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
ES_EPA8015_DRO_MG_K G	Callao	Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA8015_GRO_MG_K G	Callao	Fracción de Hidrocarburos F1 (C5- C10)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA8013_APHACNF	Callao	Cianuro Libre	EPA Method 8013A Rev.02, 2014, Cyanide extraction procedure for solids and oils //SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> F, 22nd Ed, 2012 Cyanide, Cyanide-Selective Electrode Method, Validado 2016.
ES_EPA9045	Callao	Potencial de Hidrógeno	EPA 9045D: 2004; Rev 4. - Soil and waste PH.

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Página 4 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 [www.sgs.pe](http://www.sgs.pe)  
Arequipe t (054) 213 508 e [Pe.servicios@sgs.com](mailto:Pe.servicios@sgs.com)  
Cajamarca t (076) 365 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613242**

ENV / LB-342063-014

PROCEDENCIA : San Antonio de Sunec

Fecha de Recepción SGS : 25-07-2016 09:28

Muestreo Realizado Por : Marco Antonio Ames Rocha

Estación de Muestreo
MuCas-03
MuCas-05

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 04/08/2016

Frank M. Julcamoro Quispe  
CQP 1933

Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3346  
Ernesto Gancher 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Calleo 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Calleo t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe  
Po.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS [Société Générale de Surveillance]



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613242**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				MuCas-03	MuCas-05
FECHA DE MUESTREO				23/07/2016	24/07/2016
HORA DE MUESTREO				14:30	11:30
MATRIZ				SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO				SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado
<b>Metales pesados</b>					
Cromo Hexavalente	ES_EPA3050_7199	mg/kg	0.11	<0.11	<0.11
Mercurio	ES_EPA7471	mg/kg	0.0109	0.4805	0.2885
Cianuro Libre	ES_EPA9013_APHACN_F	mg/kg	0.2	<0.2	<0.2
Potencial de Hidrógeno	ES_EPA9045	pH	--	4.39	5.72
<b>Metales</b>					
Arsénico	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.897	1.957	13.425
Bario	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.138	14.870	84.518
Cadmio	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.045	0.339	0.261
Plomo	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.109	10.268	35.677
<b>Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)</b>					
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	ES_EPA8015_GRO_MG_KG	mg/kg	0.08	<0.08	<0.08
<b>Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)</b>					
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	ES_EPA8015_DRO_MG_KG	mg/kg	5	<5	19

Página 2 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe  
Arequipa t (054) 213 506 Pe.servicios@sgs.com  
Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613242**

**CONTROL DE CALIDAD**

LD: Límite de detección  
MB: Blanco del proceso  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso

Parámetro	Unidad	LD	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Arsénico	mg/kg	0.097	25/07/2016	<0.897	0 - 2%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Bario	mg/kg	0.138	25/07/2016	<0.138	0 - 2%	98 - 102%	98 - 101%	0%
Cadmio	mg/kg	0.045	25/07/2016	<0.045	0 - 6%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Plomo	mg/kg	0.109	25/07/2016	<0.109	0 - 8%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Cromo hexavalente	mg/kg	0.11	25/07/2016	<0.11		108%	112%	1%
Mercurio	mg/kg	0.0109	25/07/2016	<0.0109	0%	101%	97%	0%
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C8)	mg/kg	5	25/07/2016	<5	0%	87%	114%	
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	0.08	25/07/2016	<0.08	0%	101%	119%	
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	25/07/2016	<0.2		88%	93%	1%
Potencial de Hidrógeno	pH	—	25/07/2016		0%	100%		





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613242**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_EPA3051_6020	Callao	Metales	EPA 3051A:2007, Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils/EPA 6020A:2007, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
ES_EPA3060_7196	Callao	Cromo Hexavalente	EPA 3060A, Rev.01, 1996, Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / EPA 7196A, Rev.01, 1992, Chromium, Hexavalent (Colorimetric) Validado 2014
ES_EPA7471	Callao	Mercurio	EPA 7471B: 2007, Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
ES_EPA8015_DRO_MG_K G	Callao	Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA8015_GRO_MG_K G	Callao	Fración de Hidrocarburos F1 (C5- C10)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA9013_APHACNF	Callao	Cianuro Libre	EPA Method 9013A Rev.02, 2014, Cyanide extraction procedure for solids and oils /SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> F, 22nd Ed, 2012 Cyanide, Cyanide-Selective Electrode Method, Validado 2016.
ES_EPA9045	Callao	Potencial de Hidrógeno	EPA 9045D: 2004; Rev.4. - Soil and waste PH.

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

SGS del Perú S.A.C. Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe).

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.peru-es/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Página 4 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Eimer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 505  
Cajamarca t (076) 366 092

[www.sgs.pe](http://www.sgs.pe)  
Pe [servicios@sgs.com](mailto:servicios@sgs.com)

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613338**

ENV / LB-342063-018

PROCEDENCIA : San Antonio de Sunec


Fecha de Recepción SGS : 26-07-2016 11:19

Muestreo Realizado Por : Marco Antonio Ames Rocha

Estación de Muestreo
MuCas-04
MuCas-05

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 05/08/2016

  
Frank M. Julcamoro Quispe  
CQP 1033  
Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 4

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 | Callao 1 | Callao | t (511) 517 1900 | www.sgs.pe  
Ernesto Gunther 275 | Parque Industrial | Arequipa | t (054) 213 506 | e Pe.servicios@sgs.com  
Jr. Arnaldo Márquez | Ba. San Antonio | Cajamarca | t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613338**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				MuCas-04	MuCas-05
FECHA DE MUESTREO				24/07/2016	24/07/2016
HORA DE MUESTREO				14:50	14:30
MATRIZ				SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO				SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado
<b>Análisis Generales</b>					
Cromo Hexavalente	ES_EPA3082_7196	mg/kg	0.11	<0.11	<0.11
Mercurio	ES_EPA7471	mg/kg	0.3109	0.2963	0.5997
Cianuro Libre	ES_EPA8013_ALPHA(DN F)	mg/kg	0.2	<0.2	<0.2
Potencial de Hidrógeno	ES_EPA9046	pH	--	5.53	5.17
<b>Metales</b>					
Arsénico	ES_EPA8051_8020	mg/kg	0.837	2.188	3.639
Plomo	ES_EPA8051_8020	mg/kg	0.138	49.831	89.629
Cadmio	ES_EPA8051_8020	mg/kg	0.045	<0.045	0.099
Níquel	ES_EPA8051_8020	mg/kg	0.139	4.125	19.493
<b>Fración de Hidrocarburos F1 (C4-C10)</b>					
Fración de Hidrocarburos F1 (C4-C10)	ES_EPA8015_GRO_MG KG	mg/kg	0.08	<0.08	<0.08
<b>Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)</b>					
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	ES_EPA8015_DRO_MG KG	mg/kg	5	<5	<5

Página 2 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesta Gudiño 275  
Jr. Amalio Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (51) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe  
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro de Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613338**

**CONTROL DE CALIDAD**

LD: Límite de detección  
MB: Bias de proceso  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada  
MSD %RPD: Diferencia Percentual Relativa entre los dupl ceros de la muestra adicionada  
Dup %RPD: Diferencia Percentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LD	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Arsénico	mg/kg	0.997	26/07/2018	<0.997	0 - 3%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Bario	mg/kg	0.139	26/07/2018	<0.139	0 - 5%	98 - 102%	98 - 101%	0%
Cadmio	mg/kg	0.045	26/07/2018	<0.045	0 - 2%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Plomo	mg/kg	0.109	26/07/2018	<0.109	0%	NA - 91%	NA - 91%	NA - 0%
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.11	26/07/2018	<0.11		108%	112%	1%
Mercurio	mg/kg	0.0109	26/07/2018	<0.0109	0%	101%	98%	0%
Fración de Hidrocarburos P2 (C10-C29)	mg/kg	5	26/07/2018	<5	1%	116%	117%	
Fración de Hidrocarburos P1 (C6-C10)	mg/kg	0.09	26/07/2018	<0.09	0%	107%	104%	
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	26/07/2018	<0.2		88%	93%	1%
Potencial de Hidrogeno	pt	--	26/07/2018		0%	100%		



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613338**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_EPA3051_6020	Callao	Metales	EPA 3051A:2007. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils/EPA 6020A:2007. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry.
ES_EPA3060_7188	Callao	Cromo Hexavalente	EPA 3060A, Rev 01, 1996. Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / EPA 7188A, Rev 01, 1992. Chromium, Hexavalent (Colorimetric). Validado 2014
ES_EPA7471	Callao	Mercurio	EPA 7471B: 2007. Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
ES_EPA8015_DRQ_MQ_K G	Callao	Fración de Hidrocarburos P2 (C10-C26)	EPA 8015C:2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA8015_GRO_MQ_K G	Callao	Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	EPA 8015C:2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA9013_APH-ACNF	Callao	Cianuro Libre	EPA Method 9013A, Rev.02, 2014. Cyanide extraction procedure for solids and oils //SME/WW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN F, 22nd Ed, 2012 Cyanide. Cyanide-Selective Electrode Method. Validado 2016.
ES_EPA9045	Callao	Potencial de Hidrógeno	EPA 9045D: 2004, Rev 4. - Soil and waste PH.

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.  
Las muestras recibidas cumpen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.  
Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

Los resultados de informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.  
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.  
SGS del Perú SAC Laboratorio está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe).  
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs-peru.es/terms-and-conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y suscripción de pólizas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Página 4 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3346 Callao 1 Callao t (511) 517 1900 [www.sgs.pe](http://www.sgs.pe)  
Ernesto González 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e [Per.servicios@sgs.com](mailto:Per.servicios@sgs.com)  
Jr. Aníbal Márquez Ba. San Antonio Cajamarca t (076) 365 097

Miembro de Grupo SGS Société Générale de Surveillance



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613692**

ENV / LB-342063-025

PROCEDENCIA : San Antonio de Sunec

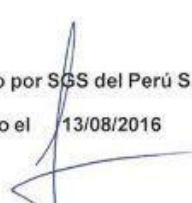
Fecha de Recepción SGS : 03-08-2016 10:43

Muestreo Realizado Por : Marco Antonio Ames Rocha

Estación de Muestreo
MuCas-07
MuCas-08
MuCas-09
MuCas-10

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 13/08/2016

  
Frank M. Julcamoro Quispe  
CQP 1033  
Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 4

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348, Callao 1 | Callao t (511) 517 1900 | www.sgs.pe  
Ernesto Gunther 275, Parque Industrial, Arequipa t (054) 213 505 | e Pe.servicios@sgs.com  
Jr. Arnalco Márquez, Ba. San Antonio, Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**SUPLEMENTO DE INFORME DE ENSAYO  
CON VALOR OFICIAL  
MA1613692**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				MuCas-07	MuCas-08	MuCas-09	MuCas-10
FECHA DE MUESTREO				02/08/2016	02/08/2016	02/08/2016	02/08/2016
HORA DE MUESTREO				08:00	12:30	14:00	10:30
MATRIZ				SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS
PRODUCTO DESCRITO COMO				SUELOS	SUELOS	SUELOS	SUELOS
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Generales</b>							
Cromo Hexavalente	ES_EPA3060_7196	mg/kg	0.11	<0.11	<0.11	<0.11	<0.11
Mercurio	ES_EPA/471	mg/kg	0.0109	0.1877	0.1718	0.1420	0.1369
Cianuro Libre	ES_EPA8013_APHACN F	mg/kg	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Potencial de Hidrógeno	ES_EPA8045	pH	—	4.72	4.77	5.04	4.78
<b>Metales</b>							
Arsénico	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.897	3.206	12.158	3.350	2.236
Bario	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.138	12.469	22.180	16.421	16.838
Cadmio	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.045	0.186	0.103	0.137	0.119
Piomo	ES_EPA3051_6020	mg/kg	0.109	10.401	8.399	7.728	10.396
<b>Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)</b>							
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	ES_EPA8015_GRO_MG KG	mg/kg	0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
<b>Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)</b>							
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	ES_EPA8015_DRO_MG KG	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5

Página 2 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Calleo 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Calleo t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe  
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613692**

**CONTROL DE CALIDAD**

LD: Límite de detección  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LD	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Arsénico	mg/kg	0.897	03/08/2016	<0.897	0%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Bario	mg/kg	0.138	03/08/2016	<0.138	0%	98 - 101%	98 - 101%	0%
Cadmio	mg/kg	0.045	03/08/2016	<0.045	0 - 1%	NA - 100%	NA - 100%	NA - 0%
Plomo	mg/kg	0.109	03/08/2016	<0.109	0%	NA - 91%	NA - 91%	NA - 0%
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.11	03/08/2016	<0.11		108%	109%	3%
Mercurio	mg/kg	0.0109	03/08/2016	<0.0109	0%	94%	98%	0%
Fración de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/kg	5	03/08/2016	<5	0%	111%	99%	
Fración de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	mg/kg	0.08	03/08/2016	<0.08	1 - 9%	100 - 114%	84 - 119%	
Cianuro Libre	mg/kg	0.2	03/08/2016	<0.2		108%	112%	11%
Potencial de Hidrógeno	pH	--	03/08/2016		0%	101%		





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1613692**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_EPA3051_8020	Callao	Metales	EPA 3051A:2007. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils/EPA 6020A:2007. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry.
ES_EPA3060_7196	Callao	Cromo Hexavalente	EPA 3060A, Rev.01, 1996, Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / EPA 7196A, Rev.01, 1992, Chromium, Hexavalent (Colorimetric) Validado 2014
ES_EPA7471	Callao	Mercurio	EPA 7471B: 2007. Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
ES_EPA8015_DRO_MG_KG	Callao	Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA8015_GRO_MG_KG	Callao	Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10)	EPA 8015C 2007 Rev.3 Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
ES_EPA9013_APHACNF	Callao	Cianuro Libre	EPA Method 9013A Rev.02, 2014, Cyanide extraction procedure for solids and oils //SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> F, 22nd Ed, 2012 Cyanide. Cyanide-Selective Electrode Method. Validado 2016.
ES_EPA8045	Callao	Potencial de Hidrógeno	EPA 9045D: 2004; Rev 4. - Soil and waste PH.

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Los resultados de las muestras expresados en mg/Kg se calculan sobre base seca.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.  
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.  
SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe).  
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Página 4 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Günther 275  
Jr. Amalido Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 [www.sgs.pe](http://www.sgs.pe)  
Arequipa t (054) 213 506 e [Pe.servicios@sgs.com](mailto:Pe.servicios@sgs.com)  
Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

# Resultados de Laboratorio – Caracterización



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha :  
 Departamento : PASCO/ HUANUCO : Provincia : PASCO-OXAPAMPA/PACHITEA  
 Distrito : TICLACAYAN-HUANCABAMBA/PANAO : Predio :  
 Referencia : H.R. 55107-113C-16 : Fact.: 36313 : Fecha : 09/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat De Bases		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
9191	MuCs-01-1	5.40	0.02	0.00	7.59	3.9	48	60	29	11	Fr. A.	21.60	0.68	0.28	0.12	0.80	2.16	1.36	6	
9192	MuCs-01-2	5.45	0.02	0.00	6.21	3.5	55	52	33	15	Fr.	25.60	0.60	0.27	0.24	0.08	0.80	1.99	1.19	5
9193	MuCs-01-3	5.17	0.02	0.00	3.89	6.3	97	40	35	25	Fr.	17.12	0.72	0.32	0.28	0.10	0.90	2.31	1.41	8
9194	MuCs-02-1	5.05	0.07	0.00	16.50	2.9	101	78	13	9	Fr.A.	32.64	1.95	0.58	0.29	0.10	1.00	3.92	2.92	9
9195	MuCs-02-2	5.09	0.02	0.00	8.69	2.2	35	74	15	11	Fr.A.	34.40	0.82	0.28	0.17	0.10	0.90	2.27	1.37	4
9196	MuCs-02-3	4.90	0.02	0.00	6.64	6.9	33	66	23	11	Fr.A.	29.60	0.65	0.25	0.17	0.11	0.70	1.89	1.19	4
9197	MuCs-02-4	4.88	0.02	0.00	1.90	4.7	26	56	35	9	Fr.A.	21.76	0.66	0.25	0.13	0.10	1.20	2.34	1.14	5
9198	MuCs-03-1	5.44	0.09	0.00	14.36	8.1	320	74	17	9	Fr.A.	36.80	3.03	0.98	0.79	0.12	0.20	5.13	4.93	13
9199	MuCs-03-2	4.94	0.03	0.00	2.98	2.8	110	74	19	7	Fr.A.	19.84	0.96	0.38	0.32	0.12	1.20	2.98	1.78	9
9200	MuCs-03-3	5.00	0.02	0.00	1.19	3.8	83	72	21	7	Fr.A.	22.40	1.34	0.52	0.27	0.11	2.20	4.44	2.24	10

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco Arenoso ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcilloso Limoso ; Ar.A. = Arcilloso Arenoso ; Ar.L. = Arcilloso Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendezu  
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : PASCO/ HUANUCO  
 Distrito : TICLACAYAN-HUANCABAMBA/PANAO  
 Referencia : H.R. 55107-113C-16  
 Fact.: 36313  
 Provincia : PASCO-OXAPAMPAPACHITEA  
 Predio : PACHITEA  
 Fecha : 09/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
9201	MuCs-04-1	5.54	0.03	0.00	11.77	6.0	158	68	19	13	Fr. A.	32.00	2.56	0.80	0.42	0.12	0.20	4.10	3.90	12
9202	MuCs-04-2	5.48	0.03	0.00	3.92	1.7	154	74	19	7	Fr. A.	20.48	0.80	0.43	0.45	0.10	0.10	1.89	1.79	9
9203	MuCs-04-3	5.67	0.02	0.00	2.73	1.8	212	74	19	7	Fr. A.	18.40	0.64	0.35	0.41	0.10	0.10	1.60	1.50	8
9204	MuCs-04-4	5.50	0.02	0.00	2.43	1.4	46	74	19	7	Fr. A.	20.16	0.60	0.28	0.18	0.09	0.10	1.25	1.15	6
9205	MuCs-05-1	4.73	0.03	0.00	7.47	3.5	61	66	29	5	Fr. A.	19.52	0.59	0.32	0.20	0.08	1.10	2.28	1.18	6
9206	MuCs-05-2	5.05	0.04	0.00	1.33	1.6	57	60	25	15	Fr. A.	8.00	0.54	0.30	0.21	0.11	0.20	1.36	1.16	15
9207	MuCs-06-1	4.69	0.03	0.00	14.38	6.2	52	74	21	5	Fr. A.	34.40	0.50	0.27	0.14	0.10	2.20	3.21	1.01	3
9208	MuCs-06-2	4.67	0.03	0.00	9.36	6.7	28	74	21	5	Fr. A.	31.04	0.49	0.25	0.10	0.09	1.30	2.23	0.93	3
9209	MuCs-06-3	4.57	0.03	0.00	1.95	1.8	25	62	25	13	Fr. A.	15.36	0.59	0.27	0.15	0.11	0.30	1.42	1.12	7
9210	MuCs-07-1	4.18	0.02	0.00	11.43	4.9	98	70	23	7	Fr. A.	30.40	0.62	0.30	0.18	0.07	1.60	2.77	1.17	4

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendezy  
 Jefe del Laboratorio





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : PASCO/ HUANUCO  
 Distrito : TILACAYAN-HUANCABAMBA/PANAO  
 Referencia : H.R. 55107-113C-16  
 Fact.: 36313  
 Provincia : PASCO-OXAPAMPA/ PACHITEA  
 Predio :  
 Fecha : 09/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
9211	MuCs-07-2	4.03	0.20	0.00	9.20	4.6	81	74	21	5	Fr. A.	30.40	0.50	0.27	0.15	0.09	0.50	1.51	1.01	3
9212	MuCs-07-3	4.21	0.13	0.00	2.16	2.5	43	74	19	7	Fr. A.	12.80	0.52	0.25	0.17	0.11	0.10	1.16	1.06	8
9213	MuCs-08-1	4.38	0.05	0.00	20.83	7.5	58	ORGANICO			45.76	0.58	0.28	0.15	0.11	2.50	3.63	1.13	2	
9214	MuCs-08-2	4.42	0.02	0.00	3.88	2.5	29	74	21	5	Fr. A.	17.60	0.45	0.23	0.11	0.10	0.10	0.99	0.89	5
9215	MuCs-08-3	4.92	0.03	0.00	1.14	2.3	23	68	23	9	Fr. A.	8.80	0.44	0.22	0.11	0.08	0.10	0.94	0.84	10
9216	MuCs-09-1	4.37	0.03	0.00	10.85	8.3	44	72	21	7	Fr. A.	25.12	0.45	0.23	0.18	0.10	2.60	3.56	0.96	4
9217	MuCs-09-2	4.51	0.02	0.00	1.27	2.6	19	74	19	7	Fr. A.	11.68	0.46	0.22	0.12	0.09	0.40	1.28	0.88	8
9218	MuCs-09-3	4.55	0.02	0.00	1.53	2.7	25	74	19	7	Fr. A.	10.08	0.47	0.23	0.13	0.10	0.30	1.23	0.93	9
9219	MuCs-10-1	4.53	0.02	0.00	18.73	6.4	46	ORGANICO			39.36	0.48	0.23	0.17	0.09	2.30	3.27	0.97	2	
9220	MuCs-10-2	4.58	0.02	0.00	14.95	6.2	38	ORGANICO			40.48	0.49	0.25	0.13	0.08	2.40	3.35	0.95	2	

A = Arena ; A Fr. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Av.A. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Av.L. = Franco Arcillo Limoso ; Av.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sedy Garcia Bendezy  
 Jefe del Laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : PASCO/ HUANUCO  
 Distrito : TICLACAYAN-HUANCABAMBA/PANAO  
 Referencia : H.R. 55107-113C-16  
 Provincia : PASCO-OXAPAMPA/ PACHITEA  
 Predio :  
 Fecha : 09/08/16  
 Fact.: 36313

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
9221	MuCs-10-3	4.48	0.02	0.00	11.83	5.9	42				ORGANICO	38.40	0.44	0.23	0.12	0.10	2.10	2.99	0.89	2
9222	MuCs-11-1	4.38	0.03	0.00	22.21	7.2	51				ORGANICO	42.56	0.45	0.27	0.14	0.11	3.40	4.37	0.97	2
9223	MuCs-11-2	4.42	0.03	0.00	13.48	6.4	46				ORGANICO	40.00	0.48	0.25	0.14	0.09	2.00	2.96	0.96	2
9224	MuCs-11-3	4.32	0.04	0.00	12.32	4.2	43				ORGANICO	32.00	0.45	0.23	0.13	0.10	2.50	3.41	0.91	3
9225	MuCs-12-1	4.44	0.03	0.00	17.04	6.8	49				ORGANICO	40.48	0.44	0.23	0.15	0.09	3.80	4.71	0.91	2
9226	MuCs-12-2	4.62	0.02	0.00	11.85	5.5	47				ORGANICO	30.40	0.45	0.22	0.13	0.07	2.30	3.16	0.86	3
9227	MuCs-12-3	4.91	0.02	0.00	1.93	2.9	46	62	27	11	Fr.A.	12.32	0.50	0.23	0.15	0.10	0.20	1.19	0.99	8
9228	MuCs-13-1	5.49	0.06	0.00	7.13	1.8	362	68	23	9	Fr.A.	30.40	8.94	2.18	1.04	0.09	0.10	12.35	12.25	40
9229	MuCs-13-2	5.45	0.03	0.00	0.95	1.8	230	68	23	9	Fr.A.	25.12	7.39	3.00	0.66	0.09	0.20	11.34	11.14	44
9230	MuCs-13-3	5.63	0.02	0.00	0.68	1.4	214	62	31	7	Fr.A.	23.36	7.79	4.10	0.59	0.10	0.20	12.78	12.58	54

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendejón  
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telef.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha

Departamento : PASCO/ HUANUCO

Distrito : TICLACAYAN-HUANCABAMBA/PANAO

Provincia : PASCO-OXAPAMPA/ PACHITEA

Predio :

Referencia : H.R. 55107-113C-16

Fact.: 36313

Fecha : 09/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiabilles meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
9231	MuCs-13-4	5.72	0.03	0.00	0.34	4.7	253	70	25	5	Fr.A.	17.60	7.07	5.17	0.71	0.10	0.20	13.25	13.05	74
9232	MuCs-14-1	4.42	0.05	0.00	8.94	3.8	75	74	19	7	Fr.A.	24.48	0.70	0.35	0.21	0.09	2.80	4.15	1.35	6
9233	MuCs-14-2	4.80	0.03	0.00	1.74	5.1	51	72	21	7	Fr.A.	13.28	0.53	0.27	0.22	0.10	0.70	1.81	1.11	8
9234	MuCs-14-3	4.83	0.03	0.00	2.00	3.9	62	74	19	7	Fr.A.	16.32	0.49	0.23	0.23	0.10	0.90	1.95	1.05	6
9235	MuCs-15-1	4.33	0.04	0.00	26.00	9.5	70				ORGANICO	62.40	0.56	0.32	0.22	0.10	7.40	8.59	1.19	2
9236	MuCs-15-2	4.51	0.03	0.00	14.31	7.3	29				ORGANICO	52.80	0.63	0.30	0.12	0.09	3.30	4.44	1.14	2
9237	MuCs-15-3	4.75	0.03	0.00	8.18	7.9	39	84	11	5	A.Fr.	27.20	0.49	0.28	0.10	0.08	1.20	2.15	0.95	3
9238	MuCs-16-1	4.77	0.03	0.00	16.01	8.3	89	72	21	7	Fr.A.	41.28	0.64	0.30	0.25	0.09	1.70	2.97	1.27	3
9239	MuCs-16-2	4.83	0.02	0.00	8.01	6.8	78	74	19	7	Fr.A.	29.92	0.57	0.27	0.29	0.08	0.80	2.00	1.20	4
9240	MuCs-16-3	4.88	0.02	0.00	9.49	6.6	95	74	19	7	Fr.A.	37.28	0.59	0.28	0.31	0.10	1.10	2.38	1.28	3

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendejón  
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : PASCO/HUANUCO  
 Distrito : TICLACAYAN-HUANCABAMBA/PANAO  
 Referencia : H.R. 55107-113C-16  
 Fact.: 36313  
 Provincia : PASCO-OXAPAMPA/PACHITEA  
 Predio :  
 Fecha : 09/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
9241	MuCs-17-1	5.12	0.07	0.00	7.49	3.6	77	72	19	9	Fr.A.	29.44	2.34	0.85	0.25	0.08	0.40	3.91	3.51	12
9242	MuCs-17-2	5.18	0.02	0.00	5.09	2.9	45	70	21	9	Fr.A.	20.80	1.40	0.60	0.21	0.08	0.20	2.48	2.28	11
9243	MuCs-17-3	5.21	0.02	0.00	0.11	2.5	22	50	29	21	Fr.	14.08	1.50	0.70	0.13	0.09	0.20	2.62	2.42	17
9244	MuCs-17-4	5.01	0.02	0.00	0.42	1.8	35	48	35	17	Fr.	14.72	1.09	0.68	0.15	0.10	0.60	2.62	2.02	14

A = Arena ; A.Fr. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Saúl García Bendejón  
 Jefe del Laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES**

**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : HUANUCO/PASCO  
 Distrito : PANAOTICLACAYAN/HUANCABAMBA  
 Referencia : H.R. 55170-115C-16

Provincia : PACHITEA/PASCO/OXAPAMPA  
 Predio :  
 Fecha : 12/08/16  
 Fact.: 36353

Lab	Número de Muestra Claves	C.E. (1:1) dS/m	pH (1:1)	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	
9415	MuCs-18-1	0.04	5.29	0.00	10.96	2.8	63	57	24	19	Fr.A.	27.84	1.96	0.67	0.26	0.10	1.20	4.18	2.98	11
9416	MuCs-18-2	0.02	5.25	0.00	10.73	2.2	28	77	14	9	Fr.A.	22.40	1.01	0.42	0.18	0.10	1.00	2.71	1.71	8
9417	MuCs-18-3	0.02	4.89	0.00	1.38	2.1	21	65	24	11	Fr.A.	15.36	0.52	0.27	0.19	0.10	0.70	1.79	1.09	7
9418	MuCs-19-1	0.34	3.92	0.00	50.89	7.3	200				ORGANICO	72.00	0.38	0.43	0.43	0.10	4.50	5.85	1.35	2
9419	MuCs-19-2	0.06	4.10	0.00	16.15	6.7	60				ORGANICO	40.00	0.32	0.22	0.17	0.10	3.70	4.52	0.82	2
9420	MuCs-19-3	0.02	4.46	0.00	1.97	2.4	13	65	32	3	Fr.A.	12.48	0.37	0.22	0.13	0.09	0.30	1.10	0.80	6
9421	MuCs-20-1	0.10	4.42	0.00	30.74	7.1	154				ORGANICO	45.12	0.35	0.30	0.45	0.07	1.20	2.37	1.17	3
9422	MuCs-20-2	0.05	4.50	0.00	19.49	4.8	85				ORGANICO	38.40	0.29	0.27	0.24	0.10	1.10	1.99	0.89	2
9423	MuCs-20-3	0.02	4.82	0.00	1.38	1.5	21	61	24	15	Fr.A.	12.80	0.33	0.22	0.15	0.10	0.10	0.90	0.80	6
9424	MuCs-21-1	0.14	4.14	0.00	25.41	6.9	86				ORGANICO	50.40	0.88	0.43	0.30	0.06	5.00	6.67	1.67	3

A = Arena ; A.Fr. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Sady García Bendezu**  
 Jefe del Laboratorio





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : HUANUCO/PASCO  
 Distrito : PANAOTICLACAYAN/HUANCABAMBA  
 Referencia : H.R. 55170-115C-16  
 Fact.: 36353  
 Provincia : PACHITEA/PASCO/OXAPAMPA  
 Predio :  
 Fecha : 12/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
9425	MuCs-21-2	4.45	0.08	0.00	17.99	6.10	50	ORGANICO			44.80	0.50	0.27	0.20	0.10	3.20	4.27	1.07	2	
9426	MuCs-21-3	4.82	0.02	0.00	9.45	5.90	23	91	6	3	A.	23.52	0.42	0.22	0.15	0.10	0.90	1.78	0.88	4
9427	MuCs-22-1	4.46	0.02	0.00	4.78	2.70	41	73	20	7	Fr.A.	18.72	0.41	0.25	0.22	0.09	2.00	2.97	0.97	5
9428	MuCs-22-2	4.36	0.02	0.00	0.92	1.00	59	59	32	9	Fr.A.	11.52	0.34	0.22	0.30	0.09	2.20	3.15	0.95	8
9429	MuCs-22-3	4.63	0.02	0.00	0.07	0.70	75	63	28	9	Fr.A.	10.40	0.39	0.25	0.39	0.09	2.40	3.52	1.12	11
9430	MuCs-23-1	3.15	0.44	0.00	82.75	71.30	332	ORGANICO			116.00	0.90	1.29	1.10	0.37	11.30	14.96	3.66	3	
9431	MuCs-23-2	3.81	0.10	0.00	26.77	6.50	94	ORGANICO			64.00	0.30	0.28	0.32	0.09	6.90	7.89	0.99	2	
9432	MuCs-23-3	4.60	0.02	0.00	5.05	5.70	14	83	10	7	A.Fr.	19.20	0.31	0.20	0.17	0.09	0.60	1.37	0.77	4
9433	MuCs-24-1	4.28	0.10	0.00	16.12	2.90	73	69	26	5	Fr.A.	35.20	0.43	0.30	0.30	0.10	4.50	5.64	1.14	3
9434	MuCs-24-2	4.65	0.03	0.00	2.99	2.2	15	93	4	3	A.	9.28	0.45	0.22	0.15	0.10	0.80	1.71	0.91	10

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendezú  
 Jefe del Laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES**



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : HUANUCO/PASCO  
 Distrito : PANAOTICLACAYAN/HUANACABAMBA  
 Referencia : H.R. 55170-115C-16

Provincia : PACHITEA/PASCO/OXAPAMPA  
 Predio :  
 Fecha : 12/08/16

Fact.: 36353

Lab	Numero de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
9435	MuCs-24-3	4.69	0.05	0.00	4.40	2.7	13	95	2	3	A.	12.32	0.39	0.20	0.16	0.10	0.50	1.35	0.85	7
9436	MuCs-25-1	3.79	0.27	0.00	51.72	7.3	174		ORGANICO			84.00	1.11	0.53	0.66	0.08	10.80	13.18	2.38	3
9437	MuCs-25-2	4.23	0.05	0.00	18.93	6.5	41		ORGANICO			59.20	0.47	0.23	0.29	0.09	7.40	8.48	1.08	2
9438	MuCs-25-3	4.56	0.03	0.00	8.55	5.9	23	91	6	3	A.	35.20	0.62	0.25	0.18	0.11	2.60	3.77	1.17	3
9439	MuCs-26-1	4.38	0.25	0.00	78.81	7.7	130		ORGANICO			108.80	0.63	0.35	0.55	0.10	2.30	3.92	1.62	1
9440	MuCs-26-2	4.31	0.21	0.00	54.57	6.7	64		ORGANICO			94.40	0.63	0.27	0.42	0.08	1.00	2.39	1.39	1
9441	MuCs-27-1	4.47	0.12	0.00	17.65	6.3	128		ORGANICO			32.00	0.41	0.37	0.44	0.06	4.00	5.27	1.27	4
9442	MuCs-27-2	4.69	0.04	0.00	8.71	2.7	47	73	20	7	Fr.A.	24.64	0.35	0.27	0.23	0.10	2.70	3.65	0.95	4
9443	MuCs-27-3	5.01	0.02	0.00	0.77	2.3	16	71	18	11	Fr.A.	10.40	0.36	0.20	0.18	0.10	0.20	1.04	0.84	8
9444	MuCs-28-1	4.66	0.06	0.00	13.79	2.6	89	83	14	3	-A.Fr.	33.60	0.34	0.30	0.37	0.06	1.20	2.28	1.08	3

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Aa.L. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendezu  
 Jefe del Laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES**



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : Marco Antonio Ames Rocha  
 Departamento : HUANUCO/PASCO  
 Distrito : PANAOTI/CLACAYAN/HUANCABAMBA  
 Referencia : H.R. 55170-115C-16

Provincia : PACHITEA/PASCO/OXAPAMPA  
 Predio :  
 Fecha : 12/08/16  
 Fact.: 36353

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	C/C	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>				Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>
9445	MuCs-28-2	4.88	0.02	0.00	1.23	1.9	14	63	24	13	Fr.A.	12.80	0.39	0.20	0.18	0.10	0.40	1.27	0.87	7
9446	MuCs-28-3	5.00	0.02	0.00	0.14	1.7	12	73	20	7	Fr.A.	10.24	0.43	0.22	0.19	0.10	0.20	1.13	0.93	9
9447	MuCs-29-1	6.05	0.46	0.00	64.87	8.4	250				ORGANICO	88.00	39.50	2.17	1.13	0.35	0.00	43.14	43.14	49
9448	MuCs-29-2	6.14	0.30	0.00	82.13	7.1	91				ORGANICO	90.80	45.75	2.29	0.68	0.30	0.00	49.03	49.03	54
9449	MuCs-29-3	6.16	0.24	0.00	79.15	6.1	70				ORGANICO	92.00	54.50	2.54	0.71	0.17	0.00	57.92	57.92	63
9450	MuCs-29-4	5.79	0.41	0.00	76.13	4.0	58				ORGANICO	94.40	36.20	2.05	0.43	0.12	0.10	38.90	38.80	41
9451	MuCs-30-1	4.15	0.09	0.00	41.38	5.1	66				ORGANICO	81.60	1.32	0.32	0.41	0.09	12.50	14.63	2.13	3
9452	MuCs-30-2	4.11	0.08	0.00	27.22	4.6	37				ORGANICO	62.08	0.60	0.22	0.29	0.07	9.30	10.47	1.17	2
9453	MuCs-31-1	4.70	0.33	0.00	74.13	18.7	576				ORGANICO	78.00	6.43	1.38	1.67	0.78	0.50	10.75	10.25	13
9454	MuCs-31-2	4.56	0.41	0.00	57.07	5.7	209				ORGANICO	67.20	2.35	0.71	0.91	0.35	1.90	6.22	4.32	6
9455	MuCs-31-3	4.39	0.16	0.00	61.79	4.8	62				ORGANICO	74.40	2.65	0.46	0.71	0.15	3.20	7.17	3.97	5
9456	MuCs-31-4	4.98	0.10	0.00	22.26	4.0	35				ORGANICO	35.84	2.23	0.35	0.32	0.10	0.70	3.71	3.01	8

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Dr. Sady García Bendezu**  
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



## MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salindad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KClN, relación 1:2.5.
4. Calcio total (CaCO<sub>3</sub>): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O. = %C x 1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>)N; pH 7.0
10. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiabiles: reemplazamiento con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

(CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup>: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> solubles: volumetría y colorimetría. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 mmho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

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

Salas solubles: totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE [ 1 : 1 ] mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

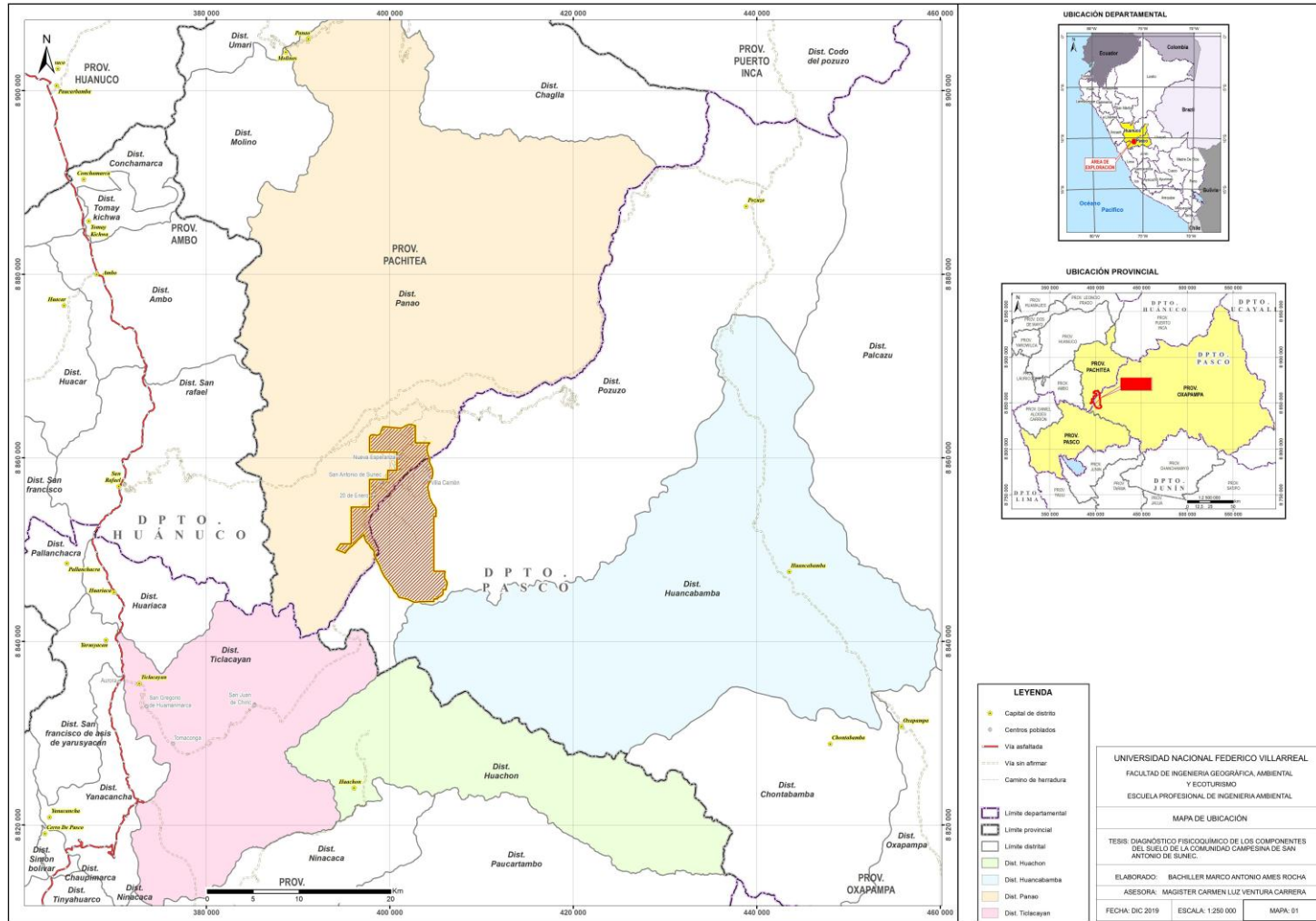
## TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad	Clasificación del Suelo	CE(es)	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas		
						Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	*bajo	<2	% <2.0	ppm P <7.0	ppm K <100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	*medio	2 - 4	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	*alto	4 - 8	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino		>8				*defc. Mg		>10

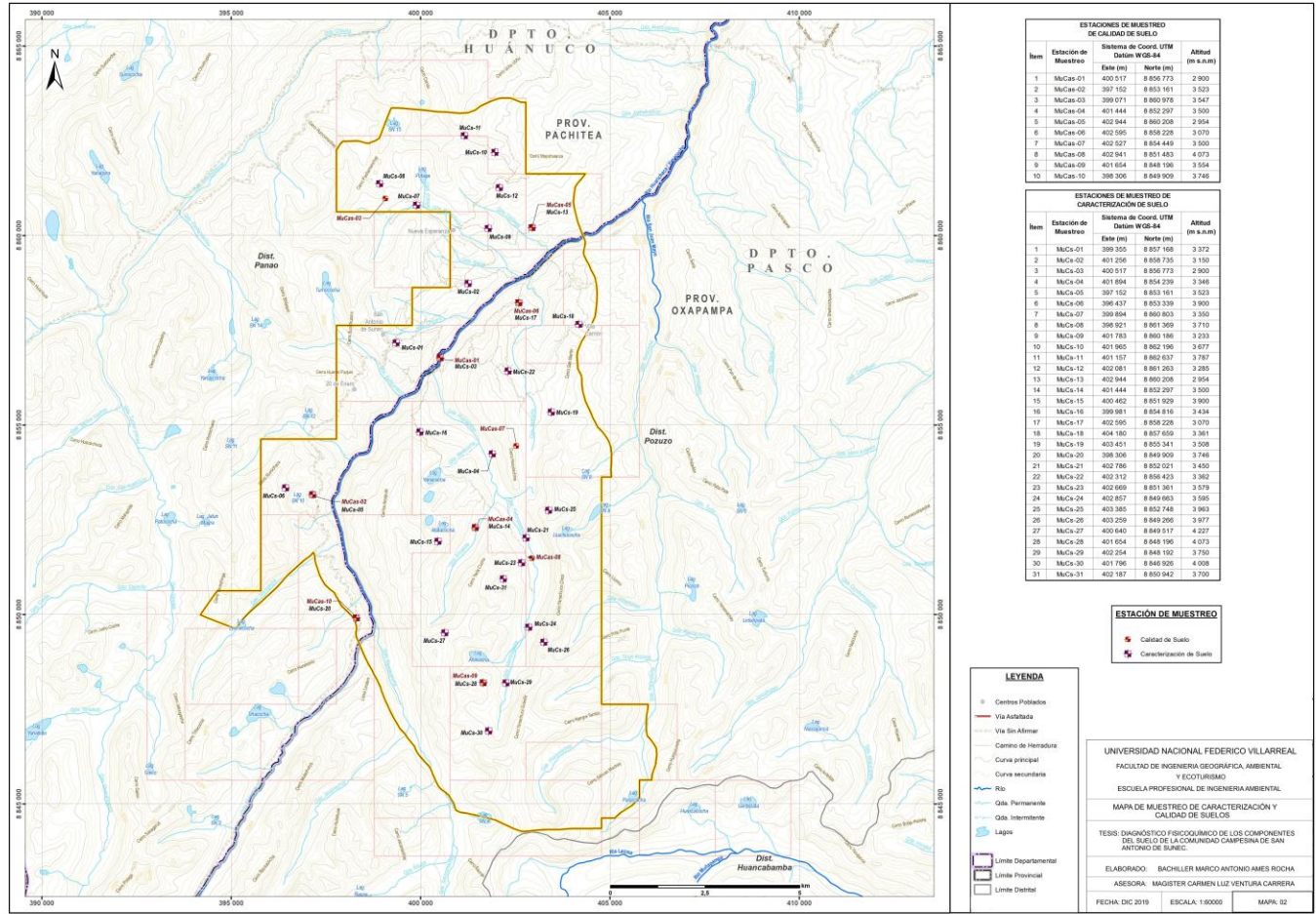
  

Reacción o pH	Clasificación del Suelo	pH	CLASES TEXTURALES			Distribución de Cationes %
			A	Fr.Ar.A	Ar.	
*fuertemente ácido	A	<5.5	= arena	Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso	Ca <sup>2+</sup>
*moderadamente ácido	A.Fr.	5.6 - 6.0	= arena franca	Fr.Ar.	= franco arcilloso	mg <sup>2+</sup>
*ligeramente ácido	Fr.A.	6.1 - 6.5	= franco arenoso	Fr.Ar.L	= franco arcilloso limoso	K <sup>+</sup>
*neutro	Fr.L.	6.6 - 7.0	= franco limoso	Ar.A	= arcilloso arenoso	
*ligeramente alcalino	L	7.1 - 7.8	= limoso	Ar.L.	= arcilloso limoso	Na <sup>+</sup>
*moderadamente alcalino		7.9 - 8.4		Ar.	= arcilloso	
*fuertemente alcalino		>8.5				

# Mapa de Ubicación (Escala 1:250 000)

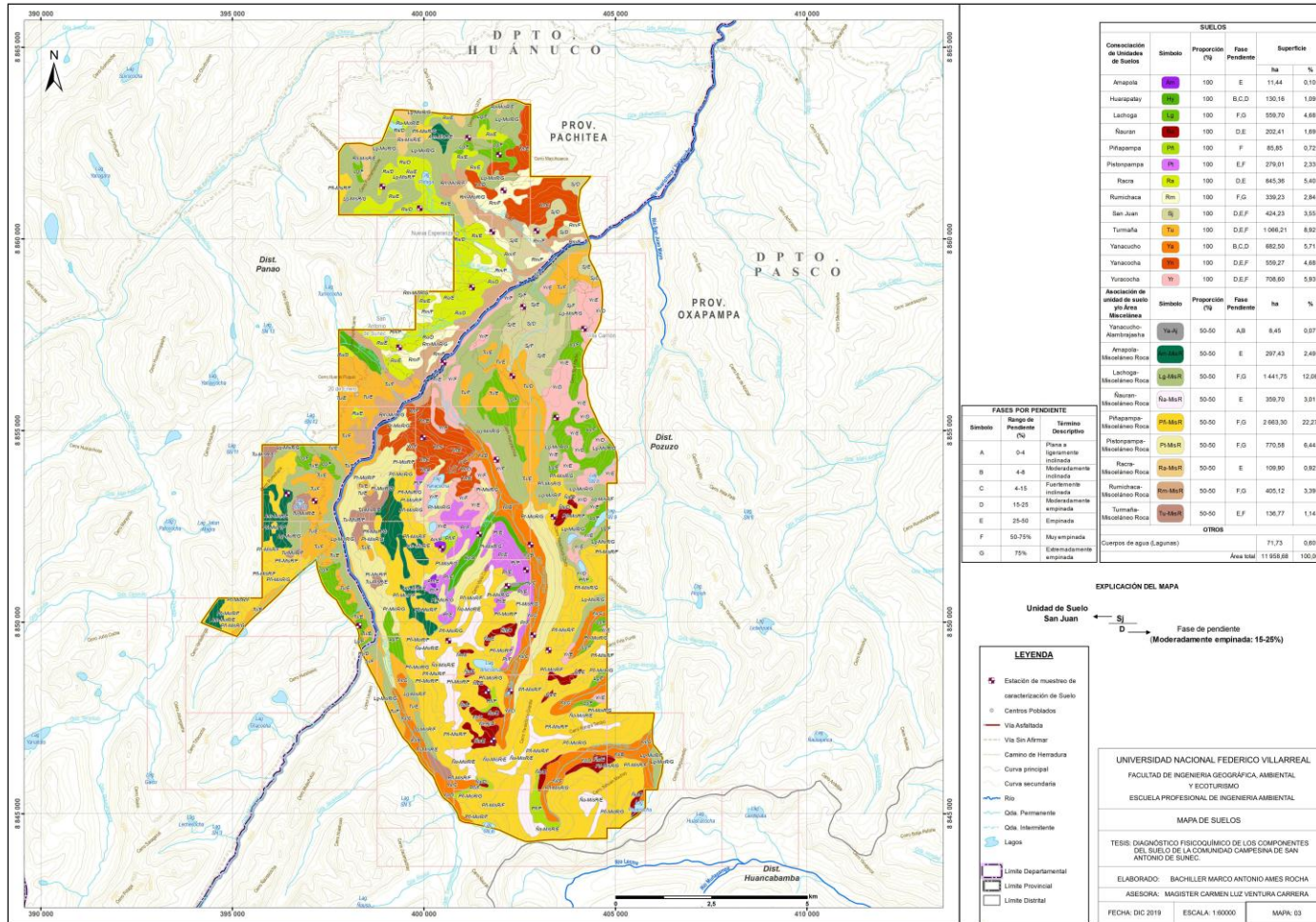


# Mapa de Puntos de Monitoreo de Calidad y caracterización de Suelos (Escala 1:60 000)

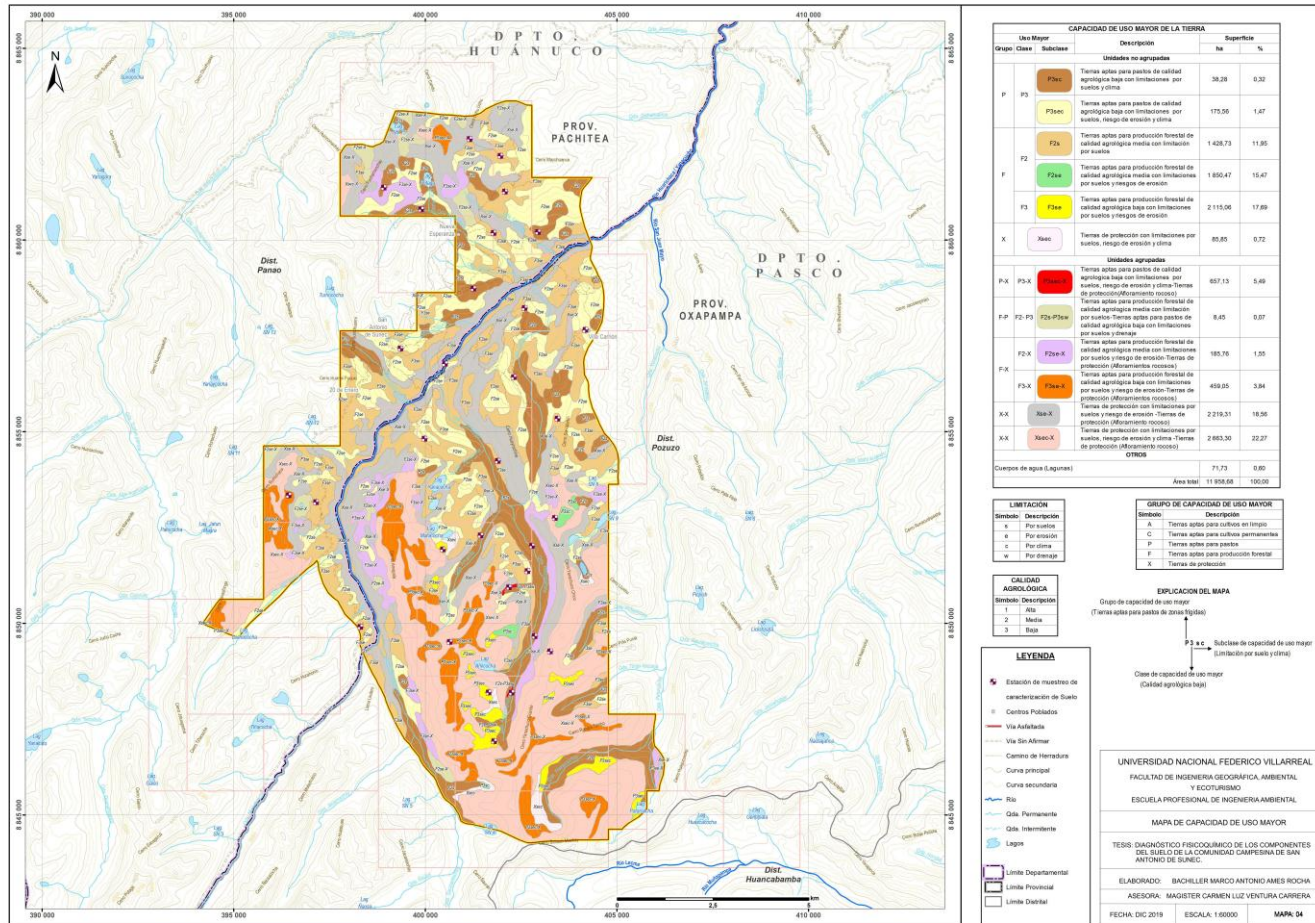




# Mapa de Suelos (Escala 1:60 000)



# Mapa de Capacidad de Uso Mayor (Escala 1: 60 000)



CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA				
Grupo	Clase	Subclase	Superficie	
			Nº	%
<b>Unidades no agrupadas</b>				
P	P3	P3c	38,28	0,30
		P3cc	175,56	1,47
F	F2	F2a	1 428,73	11,85
		F2ac	1 850,47	15,47
F3	F3c	F3c	2 115,00	17,69
		F3cc		
X	Xa	Xa	80,85	0,72
<b>Unidades agrupadas</b>				
P-X	P3-X	P3c-X	657,13	5,49
F-P	F2-P3	F2a-P3a	8,45	0,07
F-X	F2-X	F2a-X	185,76	1,55
		F2ac-X	499,05	3,94
X-X	Xa-X	Xa-X	2 218,31	18,56
		Xa-Xc	2 863,30	22,27
<b>OTROS</b>			71,73	0,60
Cuerpos de agua (Lagunas)			11 958,68	100,00

LIMITACION		GRUPO DE CAPACIDAD DE USO MAYOR	
Simbolo	Descripción	Simbolo	Descripción
e	Por erosión	A	Tierras aptas para cultivos en tiempo
o	Por salinidad	C	Tierras aptas para cultivos permanentes
s	Por clima	P	Tierras aptas para pastos
w	Por manejo	F	Tierras aptas para producción forestal
		X	Tierras de protección

CALIDAD AGROLOGICA		EXPLICACION DEL MAPA	
Simbolo	Descripción	Grupo de capacidad de uso mayor	Subclase de capacidad de uso mayor
1	Alta	P3	(limitación por suelo y clima)
2	Media	P3 c	(limitación por suelo)
3	Baja	P3 cc	(limitación por clima)

LEYENDA	
Estación de muestreo de caracterización de Suelo	
Centros Poblados	
Via Asfaltada	
Via Sin Asfaltar	
Camino de Herradura	
Curva principal	
Curva secundaria	
Río	
Que. Permanente	
Que. Intermitente	
Lago	
Limite Departamental	
Limite Provincial	
Limite Distrital	



# Mapa de Uso Actual de Suelos (Escala 1:60 000)

