

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS INORGÁNICOS ESTABLECIDOS  
EN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO  
(D.S. N° 011 – 2017 MINAM); DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR –  
PROVINCIA DE PASCO”**

**TESIS**

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

**Presentado por:**

**BACH. ALVARADO OCHOA ANTHONY CESAR**

**Pasco - Perú - 2018**

## **DEDICATORIA**

A Lizbeth y Aldo, mis hermanos.

*Les deseo un mundo libre de  
demonios y lleno de luz.*

## RESUMEN

Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Ingeniería de nuestra “Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión”, me permito a presentar la Tesis titulada **“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS INORGÁNICOS ESTABLECIDOS EN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO (D.S. N° 011 – 2017 MINAM); DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR – PROVINCIA DE PASCO”** con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

En el distrito de Simón Bolívar, en las zonas denominadas Champamarca, Sacrafamilia, Yurajhuanca, Quiulacocha, AA.HH. José Carlos Mariategui, Centro Poblado de Paragsha, Ba. Buenos Aires, Ba Ayapoto; se evidencian actividad minera circundante, como también se observan pasivos ambientales en los alrededores de las zonas que están directamente en contacto con la población perteneciente a dichas zonas, lo que nos motiva a la investigación en dichas zonas, refiriéndonos al componente suelos superficiales haciendo referencia a los Parámetros Inorgánicos que están establecidos los Estándares de Calidad de Suelos, D.S. N° 011 – 2017 MINAM, los cuales son Arsénico (Ar), Bario total (Bar), Cadmio (Cd), Cromo VI (Cr), Cromo Total, Mercurio (Hg), Plomo (Pb) y Cianuro Libre (CN). Las muestras del monitoreo de suelos fueron analizadas por el laboratorio ALS LS Perú S.A.C. el cual está acreditado por el organismo Peruano de Acreditación INACAL – DA.

**Palabras claves:** Parámetros Inorgánicos, Monitoreo de Suelos, Suelos superficiales, Estándares de Calidad de Suelos, INACAL.

## SUMMARY

Complying with the Regulation of Degrees and Degrees of the Faculty of Engineering of our "National University Daniel Alcides Carrión", I allow myself to present the thesis titled "**EVALUATION OF INORGANIC PARAMETERS ESTABLISHED IN THE STANDARDS OF ENVIRONMENTAL QUALITY FOR SOIL (DS N ° 011 - 2017 MINAM); DISTRICT OF SIMÓN BOLÍVAR - PROVINCE OF PASCO**" with the purpose of choosing the Professional Title of Environmental Engineer.

In the Simón Bolívar district, in the areas known as Champamarca, Sacrafamilia, Yurajhuanca, Quiulacocha, AA.HH. José Carlos Mariategui, Town Center of Paragsha, Ba. Buenos Aires, Ba Ayapoto; surrounding mining activity is evidenced, as also environmental liabilities are observed in the surroundings of the zones, which are directly in contact with the population belonging to said zones, which motivates us to the investigation in said zones referring to the surface soils component, making reference To the Inorganic Parameters that the Soil Quality Standards are established, DS N ° 011 - 2017 MINAM, which are Arsenic (Ar), Total Barium (Bar), Cadmium (Cd), Chromium VI (Cr), total Chromium, Mercury (Hg), Lead (Pb) and Free Cyanide (CN). The soil monitoring samples were analyzed by the ALS LS Peru S.A.C. which is accredited by the Peruvian Accreditation Body INACAL - DA.

**Keywords:** Inorganic Parameters, Soil Monitoring, Surface Soils, Soil Quality Standards, INACAL.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
RESUMEN.....	III
SUMMARY.....	V
ÍNDICE.....	VI
INTRODUCCIÓN .....	XI

### CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ....	3
1.2.1 Problema General .....	3
1.2.2 Problemas Específicos.....	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
1.6 LIMITACIONES .....	9

### CAPITULO II

MARCO TEÓRICO .....	10
2.1 ANTECEDENTES .....	10
2.2 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS .....	17
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	51
2.4 HIPÓTESIS .....	54
2.4.1 Hipótesis General .....	54
2.4.2 Hipótesis Específicos.....	54
2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	55
2.4.2 Variable Independiente.....	55
2.4.3 Variable Dependiente .....	55

### **CAPÍTULO III**

	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>56</b>
<b>3.1</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>57</b>
<b>3.4</b>	<b>MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>58</b>
<b>3.5</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>59</b>
<b>3.6</b>	<b>LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>60</b>
<b>3.7</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR .....</b>	<b>62</b>
<b>3.8</b>	<b>ACTIVIDADES ECONOMICAS DE SIMÓN BOLIVAR.....</b>	<b>62</b>
<b>3.9</b>	<b>UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....</b>	<b>63</b>
<b>3.10</b>	<b>EQUIPOS Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO .....</b>	<b>64</b>
<b>3.10.1</b>	<b>Trabajo de pre Campo .....</b>	<b>64</b>
<b>3.10.2</b>	<b>Trabajo de Campo .....</b>	<b>64</b>
<b>3.10.3</b>	<b>Toma de Muestras por Parámetro .....</b>	<b>66</b>
<b>3.10.3.1</b>	<b>Parámetros Metales inorgánicos.....</b>	<b>66</b>
<b>3.10.3.2</b>	<b>Identificación de las muestras de suelo.....</b>	<b>66</b>
<b>3.11</b>	<b>Análisis de Muestras .....</b>	<b>67</b>
<b>3.11.3</b>	<b>Análisis de Parámetros Químicos .....</b>	<b>67</b>

### **CAPÍTULO IV**

	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>4.1</b>	<b>TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS.....</b>	<b>68</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Resultados de Calidad de Suelos.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1.1.1</b>	<b>Resultado del parámetro Arsénico.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1.1.2</b>	<b>Resultado del parámetro Bario Total .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1.1.3</b>	<b>Resultado del parámetro Cadmio.....</b>	<b>72</b>
<b>4.1.1.4</b>	<b>Resultado del parámetro Cromo Total .....</b>	<b>73</b>
<b>4.1.1.5</b>	<b>Resultado del parámetro Cromo VI.....</b>	<b>74</b>

4.1.1.6	Resultado del parámetro Mercurio.....	75
4.1.1.7	Resultado del parámetro Plomo.....	77
4.1.1.8	Resultado del parámetro Cianuro Libre.....	79
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	80
4.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	81
	CONCLUSIONES.....	XIII
	RECOMENDACIONES .....	XV
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	XVI
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Recomendaciones acerca de la aplicabilidad de los patrones de muestreo.....	23
Tabla N° 2: Profundidad del muestreo según el uso del suelo.....	33
Tabla N° 3: Número mínimo de puntos de muestreo para el Muestreo de Identificación.....	34
Tabla N°4: Recipientes, temperatura de preservación y tiempo de conservación de muestras ambientales para los análisis correspondientes.....	35
Tabla N°5: Puntos de Muestreo de Suelos.....	45
Tabla N°6: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.....	49
Tabla N°7: Resultados del Monitoreo de Suelos según los parámetros y puntos de muestreo.....	67

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Resultado de los Parámetro Arsénico.....	68
Gráfico N°2: Resultados del Parámetro Bario total.....	69
Gráfico N° 3: Resultado del Parámetro Cadmio.....	70
Gráfico N°4: Resultado del Parámetro Cromo Total.....	71
Gráfico N°5: Resultado del Parámetro Cromo VI.....	72
Gráfico N°6: Resultado del Parámetro Mercurio.....	73
Gráfico N°7: Resultado del Parámetro Plomo.....	74
Gráfico N° 8: Resultado del Parámetro Cianuro Libre.....	76

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1: Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado.....</b>	<b>28</b>
<b>Imagen 2: Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de rectángulo.....</b>	<b>28</b>
<b>Imagen 3: Localización de puntos de muestreo en el área de excavación irregular.....</b>	<b>29</b>
<b>Imagen 4: Partición de muestras.....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE MAPAS Y PLANOS

<b>Mapa N° 01: Ubicación del distrito de Simón Bolívar, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>
<b>Lámina 01: Centro Poblado de Quilacocha</b>	
<b>Lámina 02: Asentamiento Humano Champamarca</b>	
<b>Lámina 03: Centro Poblado de Paragsha</b>	
<b>Lámina 04: Asentamiento Humano Buenos Aires</b>	
<b>Lámina 05: Comunidad Campesina Yurajhuanca</b>	
<b>Lámina 06: Centro Poblado Sacrafamilia</b>	
<b>Lámina 07: Asentamiento Humano José Carlos Mariategui</b>	

## INTRODUCCIÓN

El área de estudio comprende el distrito de Simón Bolívar, en las zonas denominadas Champamarca, Sacrafamilia, Yurajhuanca, Quiulacochoa, AA.HH. José Carlos Mariategui, Centro Poblado de Paragsha, Ba. Buenos Aires, Ba Ayapoto.

El objetivo de la presente investigación es evaluar la Calidad de los Parámetros Inorgánicos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM) del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco.

La importancia de la investigación se basa en la evidencia de problemas en el distrito de Simón Bolívar, sobre Niveles de exposición al Plomo y Cadmio, en niños menores de 12 años y gestantes. Asimismo, la declaración en Emergencia Ambiental las localidades de Quiulacochoa, Champamarca, Paragsha, AA.HH. José Carlos Mariátegui en el año 2015, provincia y departamento de Pasco, donde existen antecedentes de problemas ambientales derivados de la minería y también debido a las características geomorfológicas de la región Pasqueña.

La investigación tiene como referencia el antecedente relacionada a lo realizado por Soraya Puga; Manuel Sosa; Toutcha Lebgue; Cesar Quintana; Alfredo Campos. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera, San Francisco del Oro, Chih, México. La extracción minera en el área data del año 1600, provocando disturbios al medioambiente y generando suelos con limitaciones físicas, químicas y

biológicas para el establecimiento de vegetación y riesgos a la salud. El objetivo de su estudio fue evaluar la contaminación en el suelo por Plomo, Cadmio, Cinc y Arsénico a diferentes distancias y niveles de profundidad y determinar su relación con características físico-químicas. El área del estudio del antecedente se encuentra en San Francisco del Oro, Chih, en el área de influencia de la presa de jales la cual es un área de confinamiento de los desechos de la industria minera, abarcó 3 km lineales en dirección de vientos dominantes a partir de la fuente de contaminación.

**El Autor.**

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

La provincia de Pasco históricamente, es una de las primeras regiones en el desarrollo de actividades extractivas y operaciones hidrometalurgias en el Perú, actividad que fue generando pasivos mineros, que en la actualidad producen impactos ambientales y a la vez impactos en la salud de la persona, al haberse asentado y desarrollado poblaciones en torno al desarrollo de estas actividades mineras.

Así, el suelo original de la mina se degrada o se pierde irreversiblemente. El “nuevo suelo” sufre un grave impacto durante la explotación minera, es frecuentemente inestable, y está formado

por materiales poco aptos para el desarrollo de las actividades biológicas y los procesos formadores de suelo. Incluso después de desaparecida la actividad industrial estas condiciones adversas persisten durante mucho tiempo como sucede en distintos Pasivos Ambientales Mineros (PAMs), que según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), se registró 454 PAMs, tan solo en Pasco.

Así como existen Pasivos Ambientales Mineros, también existe actividad minera en explotación en la provincia, lugares que se rodean en contacto directo con la población. En el distrito de Simón Bolívar se ha evidenciado la problemática relacionada a la existencia de exposición a metales pesados y otras sustancias químicas que podrían afectar la salud de las personas, lo que hace necesario tener data representativa para futuras acciones respecto a éstas situaciones, que evidencian que el contacto físico y químico del suelo y de las personas es inevitable, lo que hace necesario un análisis para su comprensión y también para prevenir la exposición a metales pesados y sustancias químicas que afectan la salud de las personas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Problema General:**

¿Cuál es la calidad de los Parámetros Inorgánicos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM) del distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco?

### **1.2.2 Problemas Específicos:**

**1221** ¿Los niveles de los Parámetros Inorgánicos del distrito de Simón Bolívar cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Agrícola?

**1222** ¿Los niveles de los Parámetros Inorgánicos del distrito de Simón Bolívar cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Residencial/Parques?

**1223** ¿ Los niveles de los Parámetros Inorgánicos del distrito de Simón Bolívar cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Comercial/Industrial/Extractivo?

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

Evaluar la Calidad de los Parámetros Inorgánicos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM) del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- 1.3.2.1** Evaluar si los niveles de los Parámetros Inorgánicos del distrito de Simón Bolívar cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Agrícola.
- 1.3.2.2** Evaluar si los niveles de los Parámetros Inorgánicos del distrito de Simón Bolívar cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Residencial/Parques.
- 1.3.2.3** Evaluar si los niveles de los Parámetros Inorgánicos del distrito de Simón Bolívar cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Comercial/Industrial/Extractivo.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Justificación Teórica**

Por medio de la investigación la información generada nos permitirá generar conocimiento la calidad de suelos en el distrito de Simón Bolívar, producto de la actividad minera y de las características geomorfológicas de la zona, la mencionada información aportará para la toma de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos.

### **1.4.2 Justificación Social**

En el entorno del distrito de Simón Bolívar los problemas ambientales no son de conocimiento de la población. El área mayor impacto ambiental es Champamarca, la cual tiene antecedentes de problemas de metales pesados en niños y gestantes.

### **1.4.3 Justificación Económica**

De acuerdo con Dorronsoro (2007), el recurso suelo se utiliza para fines muy diversos: agricultura, ganadería, pastos y montes, extracción de minerales y de materiales para la construcción, soporte para las edificaciones, eliminación de residuos y actividades de ocio y recreo, entre otros. En este sentido, puede decirse que el suelo provee importantes funciones ambientales, dentro de los cuales se destaca ser el sustento de alimento para las plantas, almacenar nutrientes,

poseer y albergar materia orgánica proveniente de restos animales y vegetales, ser el hábitat de diversos organismos que transforman la materia orgánica presente en él, entre otros factores que lo hacen ser esencial en el desarrollo de los ecosistemas de los cuales forma parte.

En este sentido, y haciendo énfasis en el recurso suelo, puede decirse que existe una relación directa entre las actividades económicas que desempeña el ser humano y el recurso natural como tal, pues de éste se obtiene un conjunto de materiales e insumos que son empleados en los procesos productivos de las unidades económicas y, además, están en contacto directo con la sociedad.

Machín y Casas (2006) Estos autores plantean que el proceso de valorar económicamente el ambiente se da a través de la medición y cuantificación de la calidad ambiental debido a que los cambios que se producen generan cambios en el bienestar de las personas. Lo que nos indica un valor económico de la calidad de suelo reflejada en las enfermedades que puedan causar a las personas en contacto directo con los suelos contaminados.

Por otra parte, es importante mencionar la necesidad de tener estudios de investigación que permitan concretar una línea base que determine los valores de metales en los suelos y

que a través de su conocimiento permitan tomar medidas para la prevención de contaminación por medio de un suelo de calidad desfavorable.

#### **1.4.4 Justificación Ambiental**

Es común que en sitios cercanos a minas se encuentren áreas extensas con presencia de metales pesados, los cuales en altas concentraciones tienen efectos tóxicos y son considerados contaminantes capaces de alterar los ecosistemas y la salud humana (Guala et al., 2010). Los sedimentos son un medio de transporte natural del Hg y facilitan su dispersión, especialmente en áreas cercanas a las bocaminas (Martínez et al., 2013). Los metales pesados no parecen mostrar un riesgo notorio por debajo de cierto umbral (Guala et al., 2010). El distrito de Simón Bolívar cuenta con 24 pasivos ambientales (Resolución Ministerial N° 102-2015-MEM/DM) lo que influencia una problemática de contaminación de suelos por actividad industrial y minera, la generación de residuos sólidos y líquidos urbanos, la mala ocupación, el uso del suelo y los diferentes productos humanos. El suelo es muy susceptible de contaminarse, perdiendo sus propiedades; se comporta como un filtro a través del cual se producen y regulan los flujos de energía y materia, por lo que retiene a los contaminantes que se

sedimentan o que son transportados por el agua (Berg, 2013).

## **1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La importancia de la investigar las cualidades de los suelos, es que el suelo juega un papel fundamental en el medio ambiente es como regulador de contaminantes en los ecosistemas, además considera al suelo como una inter-fase entre el medio ambiente y el impacto de las actividades humanas. El flujo del agua y la erosión llevan consigo contaminantes de la superficie de la tierra a los ríos y ecosistemas acuáticos. La característica de la ciudad de Pasco es que se posee un entorno netamente minero y debido a las interacciones del suelo con los impactos que se generan a los cuerpos de agua y la atmósfera, traen consigo efectos en el suelo industrial, suelo comercial y suelo residencial. No obstante, tiene mayor importancia en la relación del suelo con el medio ambiente cuando emite gases traza a la atmósfera, lo que contribuye al cambio climático, incluso los contaminantes que contiene se puede transportar a través del agua superficial, o bien las partículas que los conforman pueden ser transportadas al aire debido a los efectos erosivos del viento y el agua, afectando directamente la salud humana por ingestión, inhalación y el contacto con la piel. Várallyay (2006) considera que algunas de las funciones del suelo en relación con el medio ambiente son: la de ser un reactor, transformador e integrador de otros recursos naturales (radiación solar, atmósfera, agua superficial y

subterránea, recursos biológicos; medio para la producción de biomasa, alimento, forraje, materia prima industrial; almacén de calor, agua, nutrientes para las plantas y en algunos casos almacén de desechos provenientes de diversas fuentes. Por otro lado, también se considera un recurso natural con alta capacidad amortiguadora, lo cual puede prevenir o moderar consecuencias desfavorables en el medio ambiente y/o efectos adversos inducidos por el hombre; siendo un filtro natural, actúa como desintoxicante de sistemas naturales; es un reservorio significativo de genes; lo que lo convierte en un elemento importante en la conservación de la biodiversidad, etc. Vállaray (2006) enfatiza que la multifuncionalidad del suelo depende de sus propiedades, entre ellas su calidad.

El alcance de la investigación está enmarcado a brindar nuevos conocimientos relacionados a la calidad de suelos en el distrito de Simón Bolívar, perteneciente a la provincia de Pasco.

## **1.6 LIMITACIONES**

- ✓ Puntos de monitoreo distanciados lo que llevó a ser necesario la contratación de un medio de transporte.
- ✓ Costos elevados en el alimentación y transporte entre puntos de monitoreos.
- ✓ Costos elevados en los envíos de muestras al laboratorio ALS.
- ✓ Costos elevados en los análisis de muestras de suelo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

**2.1.1 Soraya Puga; Manuel Sosa; Toutcha Lebgue; Cesar Quintana; Alfredo Campos. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera, San Francisco del Oro, Chih, México.**

**Resumen:**

La extracción minera en el área data del año 1600, provocando disturbios al medioambiente y generando suelos con limitaciones físicas, químicas y biológicas para el establecimiento de vegetación y riesgos a la salud. El objetivo del estudio fue evaluar la contaminación en el suelo por Plomo,

Cadmio, Cinc y Arsénico a diferentes distancias y niveles de profundidad y determinar su relación con características físico-químicas. El área se encuentra en San Francisco del Oro, Chih, en el área de influencia de la presa de Jales la cual es un área de confinamiento de los desechos de la industria minera, abarcó 3 km lineales en dirección de vientos dominantes a partir de la fuente de contaminación. Se extrajeron 30 muestras de suelo para análisis de concentraciones de metales y de características físico-químicas a tres diferentes profundidades: 0-40, 40-60 y 60-80 cm en 10 sitios la distancia entre sitios fue de 300 m. La concentración de metales se evaluó utilizando la técnica ICP, las muestras con pequeñas concentraciones se leyeron mediante absorción atómica. El análisis estadístico fue modelos de regresión entre características físico-químicas, distancias, profundidades y concentraciones de metales pesados. Los resultados muestran que la mayor concentración se da en sitios cercanos a los jales, disminuyendo la concentración a medida que se aleja de ellos. Todos los elementos sobrepasan los rangos establecidos por las agencias internacionales. El Arsénico se asoció con distancia a la fuente, textura y materia orgánica; el Plomo con la distancia a la fuente y textura; el Cinc con distancia a la fuente y el Cadmio con la distancia a la fuente, pH y profundidad de suelo.

**2.1.2 Gean Pieer Ruiz Olortino (2016). Estudio fisicoquímico del suelo del Sistema de Andenería del centro poblado Caca, provincia de Yauyos. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO. 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.

**2.1.3 MS.C. Lurdes Tuesta Collantes. (2010). Evaluación de Cianuro en suelos, cuerpos de agua y plantas del entorno de centros mineros en Salpo, 2007-2008. Trujillo, Perú.**

**Resumen:**

La contaminación de los recursos naturales con cianuro proveniente de la minería es un problema latente, de allí que la presente investigación se centra en conocer la concentración de cianuro en el suelo agua y vegetales circundantes a los centros mineros artesanales de Salpo, para lo cual se establecieron diez estaciones de muestreo y cinco testigos con un GPS; se obtuvo un kg. de muestra de suelo desde la superficie hasta los 30 cm de profundidad en línea quebrada, las mismas que fueron colocadas en bolsas de polietileno, para la evaluación del agua se recolectó un litro de agua y se le agregó dos pellets de hidróxido de sodio; se recolectaron las muestras de vegetales y conservaron en una prensa botánica, para su identificación. Las muestras obtenidas fueron debidamente rotuladas y llevadas al laboratorio de Ingeniería Química donde se determinó la concentración de cianuro siguiendo la metodología espectrofotometría de absorción molecular. Los parámetros

físicos como temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, son analizados utilizando un multiparámetro marca HANNA; la determinación de la textura del suelo se realizó siguiendo la metodología de Hidrómetro de Bouyoucos. Se obtuvo los siguientes resultados, concentraciones promedio de cianuro en muestras problema de suelo y agua de 0,071 y 0,089 mg/l respectivamente, en Festuca sp. 302,18, Rumex sp. 189,66, Pennisetum sp. 313,42 mg/kg, en los testigos no se encontraron concentraciones de cianuro. El 90% del suelo es franco-limoso, los valores promedio son para pH 6,78, conductividad 3488,92  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y temperatura 12,4°C; el agua presenta un pH 8,5, conductividad 3225  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y temperatura 11,3°C; sólidos totales disueltos de 2303 ppm, la temperatura fue similar tanto en muestras problemas como en los testigos, con respecto a los otros parámetros existen diferencias significativa, llegando a la conclusión de que la concentración de cianuro en los suelos, agua y plantas de los alrededores de la minería artesanal difieren con respecto a las muestras testigo.

**2.1.4 Mario Pablo Cantú, Analía Becker, José Camilo Bedano & Hugo Francisco Schiavo (2007). Evaluación de la Calidad de Suelos mediante el uso de indicadores e índices. Departamento de Geología, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 36 km 601, Río Cuarto, Córdoba.**

**Resumen:**

El avance de la agricultura en áreas con cierto grado de fragilidad hace necesario realizar evaluaciones del estado del sistema suelo mediante indicadores. El objetivo del trabajo fue desarrollar y aplicar un set mínimo de indicadores del estado del recurso suelo para evaluar la calidad del suelo en agroecosistemas con Molisoles de bajo a moderado desarrollo. La metodología se probó en una unidad ambiental homogénea, con Hapludoles típicos, bajo diferentes sistemas de uso y manejo, en una cuenca pedemontana del SO de la provincia de Córdoba. A las propiedades medidas (carbono orgánico, pH, saturación de bases, agregados estables en agua, velocidad de infiltración, densidad aparente y el espesor horizonte A) se le establecieron rangos de calidad a partir de los cuales se normalizaron los indicadores. Los indicadores seleccionados son un número mínimo de variables con alto grado de agregación, fáciles de medir y repetibles, representando las condiciones locales. Estos indicadores de estado del recurso

suelo no son universales ya que fueron elegidos en función del tipo de ambiente y suelo de la región en estudio. Palabras clave. Propiedades físicas, químicas y físicoquímicas; set mínimo; degradación.

## **22 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS**

### **2.2.1 Calidad de Suelo**

Larson y Pierce (1994), define a la Calidad de suelo como la capacidad de funcionamiento dentro de los límites del ecosistema como con el medio ambiente externo al sistema.

Para Doran y Parkin (1994), es la capacidad que tiene un suelo para funcionar, dentro del ecosistema y los límites de uso de los terrenos, en el sostenimiento de la productividad biológica, en el mantenimiento de la calidad ambiental y promover la salud de las plantas, de los animales y de los seres humanos.

Acton y Gregorich (1995), consideran que la calidad determina la sustentabilidad agrícola, la calidad del ambiente y, como consecuencia de lo anterior, la salud de las plantas, de los animales y del ser humano.

Lal (1999), indica que, de manera similar a la degradación del suelo, existen tres tipos de calidad del suelo: la física, la química y la biológica. Establece además diferencias entre la degradación del suelo y la calidad del mismo. La primera es la

pérdida de la productividad o utilidad potencial o actual como resultado de factores naturales o antropogénicas, en tanto que la segunda se refiere a la productividad y a la capacidad reguladora de su ambiente.

Para la Natural Resources Conservation Service (NRSC, 2001) es la capacidad que tiene cada tipo de suelo en su función natural o en su manejo como límite de un ecosistema. Además la clasifica en Calidad Inherente (CI) y Calidad Dinámica (CD). Propiedades tales como textura, mineralogía, color, etc., son innatas del suelo, determinadas por sus factores formadores y conforman así su calidad inherente. La cual al ser modificada por actividades antropogénicas, da como resultado una calidad dinámica. Tener información de la calidad dinámica de los suelos en una región determinada, se convierte en una herramienta para proponer y evaluar prácticas de conservación y uso del recurso. Várallyay (2006), relaciona la calidad de los suelos con criterios de calidad de vida: salud, alimentos seguros y de calidad, calidad del agua, todos ellos combinados en un medio ambiente agradable. El criterio anterior se relaciona del mismo modo con el uso racional y el manejo sustentable del recurso. A pesar de que diversos grupos de científicos se han preocupado por desarrollar un concepto de calidad de suelo. Bouma (2006), reconoce que no se tienen una definición que sea un elemento

esencial en las regulaciones del medio ambiente, en contraste con la calidad de agua y del aire que actualmente se encuentran bien definidas.

Por su parte el **estado peruano**, a través del Ministerio del Ambiente, que a su vez, a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, ha definido la calidad de suelo como la capacidad natural del suelo de cumplir diferentes funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreacionales. Es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural y antropogénicas.

La definición más apropiada de calidad de suelo para este estudio es propuesta por Friedman et al., (2001) y la enuncian como “la capacidad de un tipo específico de suelo para brindar un servicio” dentro de un sistema natural o manejado, en el que se sostiene la productividad de plantas y animales, manteniendo o mejorando la calidad de aire y del agua, proporcionando un soporte como hábitat y favorecido la salud humana. La valoración de esta calidad se efectúa, obteniendo un conjunto mínimo de datos de propiedades medibles del suelo, para establecer su capacidad de llevar a cabo servicios básicos como mantener la productividad, regular y distribución del agua y flujos

de solutos, filtrar los contaminantes y almacenar y ciclar los nutrientes.

### **2.2.2 Monitoreo de Suelos**

Se refiere a la recolección de datos en campo o muestreo de suelos, según la hipótesis planteada acerca de la distribución espacial de la contaminación en el emplazamiento debe orientar la distribución y selección de los puntos de muestreo, de allí que sea pertinente la división de la zona en estudio en áreas de potencial interés en función a la probabilidad de encontrar contaminación. Para ello se debe identificar aquellas áreas que presenten una distribución similar en cuanto a la contaminación (zonas con afectación localizada y zonas en las que se sospeche afectación no localizada), discriminadas de aquellas en las que se tiene constancia de que nunca fueron utilizadas con fines industriales dentro del emplazamiento (zonas no probable de afectación). Así el esfuerzo se debe centrar en las áreas donde haya mayor incertidumbre o mayor probabilidad de existencia de contaminantes y en la que la variabilidad de la distribución de la contaminación sea mayor.

## **2.2.3 Tipos de muestreo de suelos**

### **2.2.3.1. Muestreo de Identificación (MI)**

El muestreo de identificación tiene por objetivo investigar la existencia de contaminación del suelo a través de la obtención de muestras representativas con el fin de establecer si el suelo supera o no los Estándares de Calidad Ambiental y/o los valores de fondo de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 011-2017 MINAM. El alcance del MI estará definido por los resultados y conclusiones de la investigación histórica y el levantamiento técnico (inspección) del sitio.

En el muestreo de identificación, no se dispone de datos precisos sobre la concentración de compuestos contaminantes en un suelo, sin embargo, para contar con un límite de confianza aceptable, es pertinente realizar un número mínimo de puntos de muestreo.

Los resultados analíticos del MI serán comparados inicialmente con los ECA suelo. Si los valores detectados en el suelo superan los valores del ECA y/o los valores de fondo, se determina que el suelo está contaminado y se procede con la fase de caracterización.

Para la elaboración del muestreo de identificación es necesario utilizar la información de la investigación

histórica y la inspección del sitio potencialmente contaminado, que provee de insumos para la elaboración del modelo conceptual inicial, el mismo que debe ser lo suficientemente detallado para identificar claramente las fuentes potenciales o sospechosas de contaminación. La hipótesis de distribución de contaminantes contenidas en el modelo conceptual orientan el diseño del muestreo de identificación.

**Muestreo de Identificación:**

- Se determina el Área de potencial Interés sobre la base de la investigación histórica y el levantamiento técnico (inspección) del sitio.
- Los contaminantes (parámetros) que se analicen serán aquellas sustancias químicas de interés toxicológico o ecotoxicológico generados por las actividades y procesos principales, secundarios y auxiliares, que se desarrollan o se desarrollaron en el sitio de estudio.
- Cuando en base a la investigación histórica y la inspección del sitio se considere que hay información concluyente sobre el origen, fuente y tipo de la posible contaminación del suelo.
- La profundidad del muestreo dependerá del tipo de suelo y contaminante a estudiar, y debe ser debidamente justificado,

siendo necesario el muestreo a lo largo de la perforación, incluyendo su documentación geológica.

- En casos de perforaciones a diferentes profundidades, las muestras deben ser tomadas por cada metro de profundidad que se perfore, considerando la estratigrafía local. La longitud del núcleo de perforación a muestrear no debe ser mayor a un metro.
- Para puntos de muestreo con profundidades igual o menores a 3 m, todas las muestras tomadas deben ser analizadas.
- En perforaciones o zanjas con una profundidad mayor a 3 m, el número mínimo de muestras a analizar obtenidas por punto de muestreo son 3. Como el objetivo de los análisis químicos es delimitar verticalmente la contaminación, puede ser necesario analizar más de tres muestras.
- Las muestras a ser analizadas deben ser aquellas que presenten mayor evidencia de la presencia del contaminante bajo estudio.
- Las modificaciones al proceso de muestreo de identificación previamente elaborado deberán justificarse, fundamentarse y documentarse.
- Para el control de calidad analítica se debe duplicar el 10% de las muestras a ser analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, y 5% para superficies mayores a

20 ha, que deben ser analizadas en otro laboratorio acreditado. Con la documentación y los resultados del muestreo de identificación, y establecida la necesidad de proceder con una fase posterior, se elaborará el Estudio de Caracterización.

**Tabla N° 1 Recomendaciones acerca de la aplicabilidad de los patrones de muestreo**

PATRÓN DE MUESTREO	EN IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN	EN REMEDIACIÓN
<b>CON DISTRIBUCIÓN UNIFORME</b>		
Rejillas regulares.	Recomendado ampliamente.	Recomendado ampliamente.
Rejillas triangulares.	Recomendado ampliamente.	Recomendado ampliamente.
Rejillas circulares.	Recomendado en sitios donde hayan ocurrido fugas o derrames puntuales.	Recomendado en sitios donde se aplique una remediación <i>in situ</i> en contaminaciones puntuales.
Sobre una línea.	Recomendado en sitios donde hayan ocurrido fugas a lo largo de ductos.	Recomendado en sitios donde se aplique una remediación <i>in situ</i> a lo largo de ductos.
Diagonales múltiples.	Recomendado sólo si se asegura equidistancia entre los puntos.	Recomendado sólo si se asegura homogeneidad en el suelo y equidistancia entre los puntos.
<b>CON DISTRIBUCIÓN HOMOGÉNEA</b>		
Diagonal cruzadas rotantes.	No recomendado.	Recomendado sólo en aquellos sitios donde la contaminación es uniforme y se va a dar seguimiento a una atenuación natural.

**FUENTE:** Adaptado de SEMARNAT (2010).

### 2.2.3.2. Muestreo de Detalle (MD)

Tiene por objetivo obtener muestras representativas de suelo para determinar el área y volumen (la distribución horizontal y vertical) del suelo contaminado en las áreas de interés determinadas a través de la fase de identificación.

El muestreo de detalle, cuantifica y delimita las zonas de afectación del suelo y las plumas de propagación en el agua subterránea, tanto en espacio y tiempo, a partir del modelo conceptual redefinido. Caracteriza los medios en relación a factores que influyen en la liberación, migración y comportamiento de los contaminantes, a través de la delimitación y cuantificación de los focos; así el muestreo de detalle deberá también enfocarse a la determinación de las probables rutas y vías de exposición debiendo considerar los posibles puntos de exposición en el caso de que se lleve a cabo una evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA).

Como resultado de la información generada (modelo conceptual final), se establece la necesidad de continuar con los siguientes procesos de gestión de un suelo contaminado: la realización del ERSA (de ser el caso) y, la propuesta de remediación, que podría incluir las siguientes acciones:

- De remoción de contaminantes
- De contención
- De atenuación natural monitorizada
- De restricciones de uso
- De control de riesgo

- De acciones de emergencia, etc.

Para el MD deberá tomarse un número de puntos mínimos de muestreo, las cuales se indican en el Tabla N° 3.

En el caso de que la información obtenida a través del Muestreo de identificación no sea concluyente, se debe realizar un muestreo sistemático lo suficientemente detallado como para justificar la validez estadística asociada al grado de definición de la alteración.

#### **2.2.3.3. Muestreo de Nivel de Fondo (MF)**

El objetivo de este muestreo es determinar la concentración de los químicos regulados por el ECA suelo en sitios contiguos al área contaminada, los mismos que pueden encontrarse en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la considerada, siendo aplicable a metales y metaloides.

Cuando se trate de sitios con antecedentes de presencia natural de sustancias potencialmente tóxicas en el sitio en estudio, se deberá tomar muestras fuera del área de influencia del contaminante, pero de características geográficas similares, que sirvan para establecer los niveles de fondo de dichos contaminantes.

La estrategia del muestreo de nivel de fondo ha de ser debidamente justificada tanto desde el punto de vista

estadístico como desde el punto de vista de la localización de las muestras, usando como ayuda los datos y conclusiones de la Fase de Identificación. Así, la localización del área de muestreo ha de considerar lo siguiente:

#### **2.2.3.4. Muestreo de Comprobación de la Remediación (MC)**

Tiene como objetivo demostrar que las acciones de remediación implementadas en un suelo contaminado, alcanzaron de forma estadísticamente demostrable, concentraciones menores o iguales a los valores establecidos en el ECA Suelo o los niveles de remediación específicos establecidos en base al Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA), según su guía correspondiente.

Los resultados serán incorporados en el Informe de culminación de acciones de remediación que será presentado a la entidad de fiscalización ambiental correspondiente.

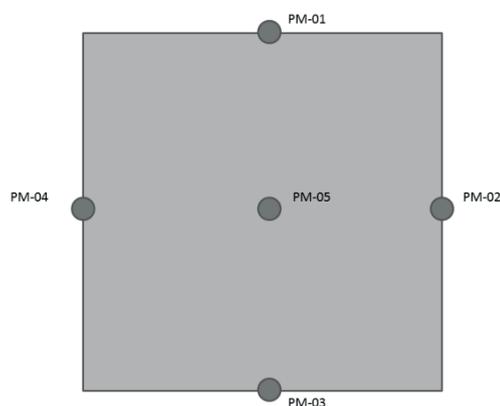
Es recomendable que antes de la realización de un Muestreo de comprobación de la Remediación (MC) se realice un muestreo preliminar (muestreo que al no ser obligatorio se realiza bajo criterios de la empresa), con la finalidad de tener un buen margen de seguridad que los

resultados del MC sean exitosos (el MC se realiza con laboratorio acreditado y en lo posible con la presencia de la autoridad fiscalizadora). Las experiencias recopiladas de otros países muestran que cuando no se realiza un muestreo preliminar entonces es muy probable que ocurran MC subsecuentes.

Para la remediación consistente en la remoción de suelos contaminados se muestra seguidamente el procedimiento para la determinación de los puntos de muestreo en el área de excavación.

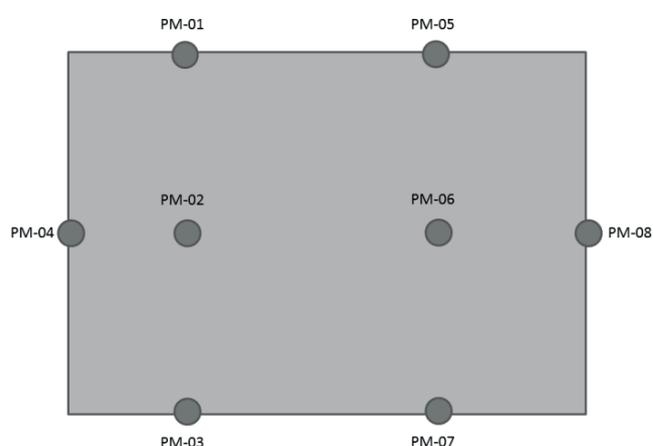
**a. Para áreas de contaminación de forma regular menores a 1 000 m<sup>2</sup>**

- Cuando el área de contaminación tenga forma regular de un cuadrado, el Número de muestras y distribución, será de una muestra en cada pared (4) y una en el fondo (1), total 5 muestras.



**Imagen 1: Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado.**

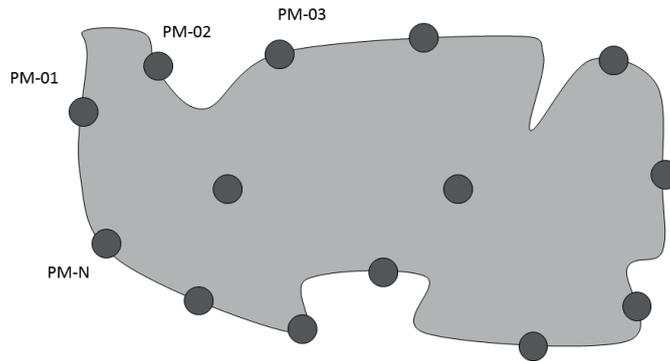
- Cuando el área de contaminación tenga forma regular de un rectángulo, el Número de muestras y distribución, será de una muestra en cada pared corta (2), dos en cada pared larga (4) y dos en el fondo (2), total 8 muestras.



**Imagen 2: Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de rectángulo.**

**b. Para áreas de contaminación de forma irregular menores a 1 000 m<sup>2</sup> y hasta 5 000 m<sup>2</sup>**

- El Número de muestras y distribución, será de una muestra por cada 15 – 20 metros lineales en las paredes del perímetro del área excavada y 2 en el fondo según la superficie (áreas menores a 1 000 m<sup>2</sup>) y 3 o 4 para áreas hasta 5 000 m<sup>2</sup>, según sea el caso.



**Imagen 3: Localización de puntos de muestreo en el área de excavación irregular.**

**c. Para áreas de contaminación de forma regular de 1 000m<sup>2</sup> hasta 9 999 m<sup>2</sup>**

- El número de muestras y distribución será:
  - Una muestra (1) por cada 75 a 100 m lineales en cada pared corta o larga (distancia/75 - 100 = NPM).
  - Dos muestra (2) en el fondo por cada 1 000 m<sup>2</sup>.

**d. Para áreas de contaminación de forma regular de 10 000 m<sup>2</sup> a 150 000m<sup>2</sup>**

- El número de muestras y distribución será:
  - Una muestra (1) por cada 75 a 100 m lineales en cada pared corta o larga (distancia/75-100 = NPM).
  - El número de puntos de muestreo (NPM) en el fondo se calculará según la siguiente ecuación:

$$\mathbf{NPM = 18+ 2.34 * A}$$

Donde:

**NPM** = Número de puntos de muestreo;

**A** = Superficie en hectáreas.

Por ejemplo el total de puntos de muestreo para un área de 6,000 m<sup>2</sup> y 750 metros lineales de perímetro es de 12 muestras {2 x (6000 m<sup>2</sup> /1000 m<sup>2</sup>)} en el fondo, más 8 muestras en las paredes (750 m/100 m). En total son 20 puntos de muestreo más 2 duplicados.

Para otras técnicas de remediación como, técnicas *in situ* (extracción de vapores, air – sparging, bioventilación, oxidación/reducción, etc.) o confinamiento/contención (cobertura, instalación de barreras, sistemas de recojo de aguas y lixiviados), se requiere comprobar la eficacia de dichas técnicas mediante un muestreo idóneo a la técnica aplicada.

En el caso de acciones de remediación *in situ* se requiere un número mínimo de puntos de muestreo igual al muestreo de identificación.

En el caso de acciones de confinamiento/contención, la comprobación de la eficiencia de las medidas aplicadas estará en función de los objetivos de remediación trazados, por ejemplo que la fuente de contaminación esté completamente aislada y no se generen lixiviados, polvos y gases, y/o evitando la entrada a aguas superficiales y subterráneas; esta comprobación se

podría realizar por ejemplo instalando una cadena de pozos distribuidos transversalmente al flujo del agua subterránea que atraviesa el área remediada.

Cuando la remediación sea por atenuación natural, el muestreo de comprobación tiene como objetivo el cumplimiento de la hipótesis planteada para la recuperación natural del sitio en el tiempo previsto.

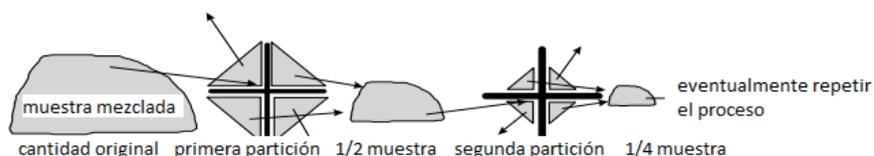
#### **2.2.3.5. PARA MUESTRAS SUPERFICIALES**

Para la toma de muestras superficiales (hasta una profundidad de aproximadamente un metro) se pueden aplicar sondeos manuales. Este sistema es relativamente fácil, rápido de usar y de bajo costo, siendo poca la cantidad de suelo que se puede extraer con esta técnica, será necesario obtener muestras compuestas de varios sondeos. Otras técnicas alternativas para la toma de muestras superficiales pueden ser hoyos o zanjas.

En este tipo de muestras es permisible tomar muestras compuestas. La toma de muestras superficiales no es aplicable para la determinación de sustancias orgánica volátiles.

Grandes volúmenes de muestras (p.e. extraído de zanjas) requieren someterlas a partición, para reducirlas y obtener una muestra compuesta representativa. Para esto se

recomienda cuartear la muestra mezclada y repetir el proceso hasta que llegue a la cantidad de material necesario (vea también la ilustración 4).



**Imagen 4: Partición de muestras**  
(Fuente: LfUMerkblatt 3.8/4; 2010, Alemania, adaptado).

Se recomienda en particular la toma de muestras superficiales compuestas para la evaluación de riesgos a la salud humana (p.e. cuando se tiene un contacto directo) o para la flora y fauna. En estos casos se recomienda un muestreo bidimensional, es decir, la toma de sub-muestras (10 – 25 unidades) en un área y una capa determinada y unir las sub-muestras individuales en una muestra compuesta. El espesor de las capas con respecto al uso del suelo se indica en la Tabla N° 2. El número mínimo de muestras (compuestas) se desprende del área a estudiar.

**Tabla N° 2: Profundidad del muestreo según el uso del suelo**

USOS DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS)
Suelo Agrícola.	0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2) 10 – 30 cm (3)
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)

- 1) Profundidad de aradura
- 2) Capa de contacto oral o dermal de contaminantes
- 3) Profundidad máxima alcanzable por niños

En casos que se tenga un enlozado, se deberá tomar muestras del suelo que se encuentra por debajo del enlozado.

De acuerdo a los parámetros a analizar se seleccionará el material del instrumento muestreador, recomendándose el uso de acero inoxidable o plástico, evitando el empleo de elementos cromados, pintados o con otro tratamiento de superficie.

Limpie cuidadosamente el área a muestrear de cualquier desecho o escombros superficial (ramas, piedras, residuos, etc.). Cuando éste es abundante se aconseja quitar los primeros cm en un área de 15 cm de radio.

#### **2.2.4 Número mínimo de puntos de muestreo**

Un punto de muestreo es la ubicación espacial geo-referenciada del lugar donde se va a coleccionar las muestras sean éstas superficiales o en profundidad.

Para el Muestreo de Identificación

El número mínimo de puntos de muestreo se determina en función de cada área de potencial interés dentro del predio de estudio, según lo establecido en la Tabla N° 3, que abarca el

número total de los puntos de muestreo, tanto superficial (área de toma de muestras compuestas) como de profundidad.

**Tabla N° 3: Número mínimo de puntos de muestreo para el Muestreo de Identificación**

ÁREA DE POTENCIAL INTERÉS (HA)	PUNTOS DE MUESTREO EN TOTAL
0,1	4
0,5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

### 2.2.5 Materiales para guardar y transportar muestras

Las características del recipiente deben ser compatibles con el material del suelo y los agentes contaminantes en estudio a muestrear (ver Tabla N°4), deben ser resistentes a la ruptura y evitar reacciones químicas con la muestra y/o pérdidas por evaporación.

Debe evitarse en lo posible el uso de agentes químicos para conservar muestras de suelo, salvo que las metodologías lo estipulen. Para su conservación es conveniente mantenerlas en

lugares frescos (4 a 6 °C), aplicables en contaminantes orgánicos.

El volumen del contenedor debe ser aproximadamente el mismo de la muestra, a fin de minimizar el espacio vacío.

Cuando se trate de COV's o elementos volátiles, no es recomendable la toma de muestras de suelos por trasvase debido a las pérdidas y subestimaciones a las que estas últimas conducen, esto es aún más importante y válido si se pretende realizar una evaluación de riesgos del sitio.

**Tabla N°4: Recipientes, temperatura de preservación y tiempo de conservación de muestras ambientales para los análisis correspondientes.**

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	TEMPERATURA DE PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE CONSERVACIÓN
Compuestos Orgánicos Volátiles COV's.	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón.	4º C.	14 días.
BTEX.			
Hidrocarburos Fracción Ligera			
Hidrocarburos Fracción Media			
Hidrocarburos Fracción Pesada			
Compuestos Orgánicos Semi-volátiles COSV's y Plaguicidas.			
Metales Pesados y Metaloides.	Bolsas de polietileno densa.	Sin restricciones.	Sin restricciones.
Mercurio (Hg).	Frasco de vidrio con tapa de teflón que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis.	4º C.	14 días.
PCB.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4º C.	14 días.
PAH.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4º C.	14 días.

### **2.2.6 Etiquetado**

- La etiqueta debe ser colocada en un lugar visible y no sobrepasar el tamaño del recipiente y adherida adecuadamente para evitar su pérdida.
- La etiqueta que acompañe a la muestra, debe contar con la siguiente información como mínimo: número o clave única de identificación, lugar del muestreo, nombre del proyecto, y la fecha y hora del muestreo, nombre de la empresa así como las iniciales de la persona que toma la muestra.
- La impresión de los datos en la etiqueta, debe realizarse con tinta indeleble.
- Inmediatamente de la toma de muestra se debe proceder al etiquetado y registro de la muestra.

### **2.2.7 Ficha de muestreo**

Documento que recoge información levantada en campo, que incluye la técnica de muestreo, las condiciones del punto de muestreo y una descripción de las muestras tomadas.

### **2.2.8 Cadena de Custodia**

La documentación de la cadena de custodia debe contener al menos:

- El número de la hoja de custodia proporcionada por el laboratorio acreditado.
- El nombre de la empresa y del responsable del muestreo.

- Los datos de identificación del sitio (coordenadas UTM).
- La fecha y hora del muestreo.
- Las claves de las muestras.
- Nombre del laboratorio que recibe las muestras.
- Los análisis o la determinación requerida.
- El número de envases.
- Observaciones.
- Identificación de las personas que entregan y reciben en cada una de las etapas de transporte, incluyendo fecha y hora.

La cadena de custodia en original y dos copias debe acompañar a las muestras desde su obtención, durante su traslado y hasta el ingreso al laboratorio. El laboratorio debe incluir una copia de esta cadena con los resultados del análisis, la copia debe estar firmada por todos los participantes en el proceso de muestreo y por la persona del laboratorio que recibe las muestras para su análisis.

### **2.2.9 Condiciones de seguridad de las muestras**

- Considerar los pre-tratamientos *in situ* de las muestras, según determinadas operaciones requeridas como por ejemplo el filtrado, adición de reactivos, de preservantes, etc.
- El traslado de la muestra deberá ser realizado con los cuidados requeridos para evitar su deterioro, para ello deben ser embaladas asegurando la completa inmovilidad de los

recipientes que las contienen durante el transporte.

- Las muestras que requieran temperatura y condiciones de almacenamiento especial deben ser transportadas en contenedores adecuados.
- El traslado de las muestras al laboratorio se debe hacer dentro de los plazos recomendados.
- Para la seguridad y limpieza en la manipulación de la muestra, se debe incluir guantes de látex-k, agua deionizada, lentes de seguridad, toallas de papel, mascarilla para polvos y franelas. Usar etiquetas adheribles, marcador indeleble, cinta adhesiva y bolígrafos.
- No se deben analizar muestras cuyos sellos hayan sido violados.

#### **2.2.10 Parámetros a ser Analizados en el Suelo**

##### **Arsénico (As)**

El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en el ambiente.

Suele ser detectable en casi todos sus compartimentos y generalmente aparece en la litosfera en 5 concentraciones entre 1,5 y 2 ppm. Forma parte de más de 245 minerales en forma de arseniatos (60%), sulfuros y sulfosales (20%) y otras formas como arseniuros, arsenitos, óxidos y silicatos (20%) (Mandal & Suzuki, 2002). Los mayores depósitos de As de la corteza terrestre se encuentran en forma de pirita, galena, calcopirita, y esfalerita. Existen altas concentraciones en depósitos de azufre

como por ejemplo  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{AsS}$ ,  $\text{FeAsS}$ ,  $\text{FeAs}_2$ , razón por la que la arsenopirita ha sido utilizada para la obtención de arsénico a lo largo de la historia, al ser el mineral de As más abundante en la naturaleza. El arsénico inorgánico está presente en suelo, agua, aire y alimentos, de forma que el ser humano se encuentra continuamente expuesto a este contaminante. El intervalo de arsénico en el suelo varía de 0,2 a 40 mg kg<sup>-1</sup> y en el aire de las zonas urbanas la concentración es aproximadamente de 0,02 µg m<sup>-3</sup> de aire. La exposición vía consumo de agua es la mayoritaria a escala global. (Smedley & Kinniburgh, 2002) Tanto el suelo como el agua de un emplazamiento son una de las principales vías de exposición a arsénico para los seres vivos, ya sea por ingesta (principalmente para niños), inhalación o contacto dérmico. Otra vía determinante de exposición es el paso del arsénico a la cadena trófica: el arsénico se acumula en cultivos, vegetales y frutas que crecen en suelos contaminados. Las fuentes de arsénico pueden ser clasificadas en función de su origen (naturales o antropogénicas) o de su distribución espacial (localizada o difusa).

Las principales actividades humanas fuentes de As son la minería, la siderurgia, la agricultura, la silvicultura, los desechos urbanos y la ganadería, además de la formulación de numerosos plaguicidas, fungicidas y biocidas. A su vez, algunos 6

fertilizantes pueden suponer un aporte de arsénico al suelo. Los residuos urbanos que derivan en la obtención de lodos de depuradora y compost, que son usados ocasionalmente como enmiendas orgánicas de suelos, pueden contener arsénico en cantidades variables. Por último, los combustibles fósiles contienen también concentraciones de arsénico que pueden provocar a largo plazo un enriquecimiento en la zona afectada por los gases originados en la combustión. Todo ello provoca una liberación del elemento al ambiente y puede enriquecer los suelos en As. (Moreno, 2010)

### **Bario total (Ba)**

Metal alcalinotérreo, con número atómico 56 y peso atómico de 137.34. El bario ocupa el decimoctavo lugar en abundancia en la corteza terrestre, en donde se encuentra en un 0.04%, valor intermedio entre el calcio y el estroncio, los otros metales alcalinotérreos. Los compuestos de bario se obtienen de la minería y por conversión de dos minerales de bario. La barita, o sulfato de bario, es el principal mineral y contiene 65.79% de óxido de bario. La witherita, algunas veces llamada espato pesado, es carbonato de bario y contiene 72% de óxido de bario. La forma más común de bario en la naturaleza es el sulfato de bario, su contenido en el suelo es el 0,6%. Los derivados de bario se usan como rellenos para el caucho, el linóleo, los plásticos,

etc.; como pigmentos en las pinturas, en la fabricación de vidrio, en la industria de la cerámica y en otras aplicaciones industriales. Estas aplicaciones constituyen riesgo, principalmente para las personas.

### **Cadmio (Cd)**

El cadmio es un metal pesado considerado como uno de los elementos más tóxicos, junto con el mercurio y el plomo. Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza asociado a distintos minerales. A su vez, el hombre ha contribuido enormemente a su dispersión desde los inicios de la actividad minero-metalúrgica de otros metales, y más tarde, al descubrirse la gran utilidad del cadmio en el ámbito industrial. La problemática del cadmio radica, además de en su elevada toxicidad, en su larga vida media y en la capacidad para ser acumulado por los seres vivos (Capó, 2007). El cadmio fue el causante de uno de los mayores desastres medioambientales conocidos, que afectó gravemente a los habitantes de la cuenca del río Jinzū, en la prefectura de Toyama (Japón). El riego de los campos de arroz desde 1910 hasta 1960 con aguas contaminadas con metales pesados procedentes de minas cercanas supuso la intoxicación grave de parte de la población, en particular mujeres mayores de 50 años.

### **Cromo total (Cr), Cromo VI (Cr)**

Metales de transición. En este grupo de elementos químicos se encuentran aquellos situados en la parte central de la tabla periódica, concretamente en el bloque D.

El cromo se encuentra en la naturaleza casi exclusivamente en forma de compuestos. El mineral de este elemento más importante es la cromita (cromoferrita, piritita crómica).

Hay varias clases diferentes de Cromo que difieren de sus efectos sobre los organismos. El Cromo entra en el aire, agua y suelo en forma de Cromo (III) y Cromo (VI) a través de procesos naturales y actividades humanas.

Las mayores actividades humanas que incrementan las concentraciones de Cromo (III) son el acero, las peleterías y las industrias textiles, pintura eléctrica y otras aplicaciones industriales del Cromo (VI). Estas aplicaciones incrementarán las concentraciones del Cromo en agua. A través de la combustión del carbón el Cromo será también emitido al agua y eventualmente se disolverá.

El Cromo (III) es un elemento esencial para organismos que puede interferir en el metabolismo del azúcar y causar problemas de corazón, cuando la dosis es muy baja. El Cromo (VI) es mayoritariamente tóxico para el organismo. Este puede alterar el material genético y causar cáncer.

Los cultivos contienen sistemas para gestionar la toma de Cromo para que está sea lo suficientemente baja como para no causar cáncer. Pero cuando la cantidad de Cromo en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de Cromo por los cultivos. Las plantas usualmente absorben sólo Cromo (III). Esta clase de Cromo probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones exceden cierto valor, efectos negativos pueden ocurrir.

No es conocido que el Cromo se acumule en los peces, pero altas concentraciones de Cromo, debido a la disponibilidad de metales en las aguas superficiales, pueden dañar las agallas de los peces que nadan cerca del punto de vertido. En animales el Cromo puede causar problemas respiratorios, una baja disponibilidad puede dar lugar a contraer las enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores.

### **Mercurio (Hg)**

Se trata de un elemento poco abundante en los suelos naturales no contaminados, oscilando su concentración entre 0.02 y 0.41 ppm (McBride, 1994), y que presenta dos estados de valencia: +1 y +2, siendo éste último el más frecuente. Es uno de los metales pesados más tóxicos para los seres vivos, no solamente por ingestión si no por la inhalación de sus vapores. Las

emanaciones de Hg en forma de vapor pueden tener su origen en la volatilización directa de Hg (0), en procesos de reducción del Hg<sup>2+</sup> a Hg (0) y en procesos de metilación por la actividad bacteriana del suelo que origina la aparición de compuestos orgánicos volátiles de mercurio.

Asimismo, es un elemento que puede ser fácilmente absorbido por las arcillas, los óxidos de hierro y la materia orgánica, en función del pH e incrementando la capacidad de adsorción con el aumento de pH.

### **Plomo (Pb)**

En la mayoría de los casos está en forma de compuestos bivalentes. El plomo metálico en suelos se convierte en hidroxicarbonato de plomo y en sulfato de plomo. El plomo tiene una mayor capacidad para ser absorbido en sustancias húmicas o adsorbidos sobre óxidos de manganeso y hierro que otros metales pesados. Estos compuestos de plomo tienen muy baja disponibilidad para las plantas.

### **Cianuro Libre (CN<sup>-</sup>)**

Dentro de las sustancias químicas más peligrosas para el hombre, encontramos al cianuro, como producto implicado en accidentes químicos, pero se emplea con frecuencia en la industria metal, minería y plástico (Brennan, 1999); porque su toxicidad en seres vivos es elevada y su mecanismo de acción

se basa fundamentalmente en la alta afinidad por la enzima mitocondrial citocromo oxidasa A-3; lo cual produce un bloqueo de la respiración celular , como lo sostiene Beasley (1998); quien afirma que puede actuar rápidamente en la forma que se encuentre, como gas incoloro o llamado cianuro de hidrógeno (HCN), el cloruro de cianógeno (ClCN), forma de cristales como el cianuro de sodio (NaCN), cianuro de potasio (KCN), o en muchos casos en forma natural en los alimentos acumulado en algunas plantas que lo absorben del suelo, sin embargo también se ha detecto cianuro en el humo del cigarrillo y en los productos de combustión de los materiales sintéticos como los plásticos y las sustancias químicas que se utilizan para revelar las fotografías.

#### **2.2.11 Puntos de muestreo**

Se muestrearon 24 puntos que está en contacto con la población de Simón Bolívar, siendo el objetivo de los puntos de muestreo relacionarlos a la exposición del suelo a los más posibles afectados como son los niños, que están en contacto directo con el suelo, así mismo las personas a través de la gasificación del suelo húmedo, lo que transportaría sustancias desde el suelo hacia la atmósfera. También se enfatiza en localizar los puntos de muestreo en las zonas donde exista huellas de la actividad minera, por lo cual se tomaron los criterios de la DIRESA Pasco.

**Tabla N°5: Puntos de Muestreo de Suelos**

Codigo de la Muestra	Punto de Muestreo	UBICACIÓN	
		Localidad	Distrito
S-1	Av. Daniel A. Carrión, salida Jupayragra	Sacrafamilia	S. Bolivar
S-2	I.E. N° 34036 Sagrada familia, losa deportiva	Sacrafamilia	S. Bolivar
S-3	Primer parque	Sacrafamilia	S. Bolivar
S-4	Av. Daniel A. Carrión, salida a 100 mts del puente sacrafamilia	Sacrafamilia	S. Bolivar
S-5	Losa deportiva Yurajhuanca, frente al cementerio la paz	Yurajhuanca	S. Bolivar
S-6	Plaza principal de Yurajhuanca	Yurajhuanca	S. Bolivar
S-7	Calle frente a la I.E. N° 34030 Raúl Porras Barnechea (Primaria)	Yurajhuanca	S. Bolivar
S-8	Av. San Sebastián a 200 m. De laguna de oxidación	Quiulacocha	S. Bolivar
S-9	I.E N° 34031 13 DE Agosto, losa deportiva	Quiulacocha	S. Bolivar
S-10	Parque Civico recreativo Quiulacocha	Quiulacocha	S. Bolivar
S-11	Av. San Sebastián, entrada de Quiulacocha	Quiulacocha	S. Bolivar
S-12	Jr. Gamaniel Blanco S7n a 200 mts de curva a Yanahuanca	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar
S-13	Parque infantil, costado polideportivo Mariátegui	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar
S-14	Calle Victor Arias Vicuña	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar
S-15	Estadio de Paragsha	C.P. Paragsha	S. Bolivar
S-16	I.E. N° 31774 San Andrés de Paragsha	C.P. Paragsha	S. Bolivar
S-17	Calle de la Mz 1 a 200 mts de desmontera Rumiallana	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar
S-18	Av. El Minero s/n entrada a Paragsha, costado de grifo	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar
S-19	Calle Botafogo, frente al P.S. Champamarca	Champamarca	S. Bolivar
S-20	Losa deportiva Champamarca	Champamarca	S. Bolivar
S-21	Patio I.E. N° 34037 y calle adyacente	Champamarca	S. Bolivar
S-22	Blanco, en la zona denominada Vinchuscancha	Rancas	S. Bolivar
S-23	Complejo deportivo Buenos Aires frontis calle San Martín	Ba. Buenos Aires	S. Bolivar
S-24	Losa deportiva	Ba. Ayapoto	S. Bolivar

### **2.3.1 Actividad Minera**

La extracción minera en el área data del año 1600, provocando disturbios al medioambiente y generando suelos con limitaciones físicas, químicas y biológicas para el establecimiento de vegetación y riesgos a la salud. El objetivo del estudio fue evaluar la contaminación en el suelo por Plomo, Cadmio, Cinc y Arsénico a diferentes distancias y niveles de profundidad y determinar su relación con características físico-químicas. El suelo es alterado como resultado de las actividades mineras. Una de las anomalías biogeoquímicas que se generan al momento de la extracción, es el aumento de la cantidad de microelementos en el suelo convirtiéndolos a niveles de macroelementos los cuales afectan negativamente la biota y calidad de suelo; estos afectan el número, diversidad y actividad de los organismos del suelo, inhibiendo la descomposición de la materia orgánica del suelo (Wong, 2003). Salomons (1995) comenta que los jales son tóxicos para los organismos vivos y son inhibidores de factores ecológicos afectando el crecimiento de las plantas. Los suelos que quedan tras una explotación minera contienen todo tipo de materiales residuales, escombros estériles, entre otros, lo que representa graves problemas para el desarrollo de la cubierta vegetal, siendo sus características

más notables las siguientes: clase textural desequilibrada, ausencia o baja presencia de la estructura edáfica, propiedades químicas anómalas, disminución o desequilibrio en el contenido de nutrientes fundamentales, ruptura de los ciclos biogeoquímicos, baja profundidad efectiva, dificultad de enraizamiento, baja capacidad de cambio, baja retención de agua y presencia de compuestos tóxicos (García & Dorronsoro, 2002). Las características del suelo juegan un papel importante en reducir o aumentar la toxicidad de los metales en el suelo Colombo *et al.* (1998) comentan que la distribución de los metales pesados en los perfiles del suelo, así como su disponibilidad está controlada por parámetros como propiedades intrínsecas del metal y características de los suelos. Los metales tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos (Baird, 1999). Las plantas cultivadas en suelos contaminados absorben en general más oligoelementos y la concentración de éstos en los tejidos vegetales está a menudo directamente relacionada con su abundancia en los suelos, y especialmente en la solución húmeda (Kabata-Pendias & Pendias, 2001) Gulson *et al.* (1996) mencionan que excesivas concentraciones de metales en el suelo podrían impactar la calidad de los alimentos, la seguridad de la producción de cultivos y la salud del medio ambiente, ya

que estos se mueven a través de la cadena alimenticia vía consumo de plantas por animales y estos a su vez por humanos. Los metales acumulados en la superficie del suelo se reducen lentamente mediante la lixiviación, el consumo por las plantas, la erosión y la deflación.

### 2.3.2 Normativa Ambiental en Suelos

Para la Normativa Peruana, en el 2017 se aprobaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo con Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM

**Tabla N°6: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo**

Parámetros en mg/kg PS(2)	Usos del Suelo(1)			Métodos Suelo Agrícola(3) de ensayo (7) y (8)
	Suelo Agrícola(3)	Suelo Residencial/ Parques(4)	Suelo Comercial(5)/ Industrial/ Extractivo(6)	
<b>ORGÁNICOS</b>				
<b>Hidrocarburos aromáticos volátiles</b>				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 (9) EPA 8081
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8081
Etilbenceno	0.082	0.082	0.082	EPA 8260 EPA 8081
Xilenos (10)	11	11	11	EPA 8260 EPA 8081
<b>Hidrocarburos poliaromáticos</b>				
Nalftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1(11) (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2(12) (C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3(13) (C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
<b>Compuestos Organoclorados</b>				
Bifenilos policlorados - PCB (14)	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA8270

Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
<b>INORGÁNICOS</b>				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total (15)	750	500	2000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 (16)
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW- AWWA-WEF 4500 CN F ó ASTM D7237 y /ó ISO 17690:2015

## 24 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

### Suelo

Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

### Contaminante

Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.

### Metales Pesados

Metales pesados son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios. Los más importantes son:

Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Cinc (Zn).

### **Suelo contaminado**

Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N° 002-2013-MINAM.

### **Parámetro**

Cualquier elemento o sustancia química del suelo que define su calidad y que se encuentra regulado por el presente Decreto Supremo.

### **Remediación**

Tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas.

### **Sitio contaminado**

Aquel suelo cuyas 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 o el ambiente.

### **Suelo agrícola**

Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

**Suelo comercial**

Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

**Suelo industrial/extractivo**

Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

**Suelo residencial/parques:**

Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas: incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

**Evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA)**

Es el estudio que tiene por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y las acciones de remediación que resulten necesarias.

### **Plan de muestreo**

Documento que contiene la información y programación relacionada con cada una de las etapas que conforman el muestreo y señala los criterios para la toma de muestras.

## **25HIPÓTESIS**

### **2.5.1 Hipótesis General**

En los suelos del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco; los parámetros Inorgánicos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM).

### **2.5.2 Hipótesis Específicos**

**2521** En los suelos del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco; los Parámetros Inorgánicos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Agrícola.

**2522** En los suelos del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco; los Parámetros Inorgánicos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Residencial/Parques.

**2523** En los suelos del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco; los Parámetros Inorgánicos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos de uso Comercial/Industrial/Extractivo.

## **26. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Estándar De Calidad Ambiental Para Suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM).

### **2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Evaluación de Parámetros Inorgánicos.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El desarrollo de la Investigación, será de tipo descriptivo y Longitudinal.

Descriptivo porque narraremos las condiciones del suelo y las actividades que se desarrollaron alrededor del punto de muestreo al inicio de la investigación y qué parámetros están fuera del ECA de suelo, concluida la investigación. Longitudinal por que el estudio se hace en un tiempo prolongado y de interpretación con los resultados del presente estudio.

## 3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se empleará el diseño experimental cuantitativa, esta investigación de campo se presenta para evaluar las condiciones de calidad de suelo en el distrito de Simón Bolívar de la provincia y región de Pasco, según el Estandar de Calidad Ambiental para Suelo establecidos en el D.S. N° 011 – 2017 MINAM.

## 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.3.1 Población y Muestra

La población de la investigación se basa en las localidades de Sacrafamilia, Yurajhuanca, Quiulacocha, AA.HH. José Carlos Mariategui, Centro Poblado de Paragsha, Champamarca, Ba. Buenos Aires, Ba. Ayapoto. En los cuales se recabaron 24 puntos de muestreo de suelo, los cuales son analizados por el laboratorio ALS.

Para ello se tomará el criterio del **Muestreo dirigido a juicio de expertos** (especificado en la Guía para Muestreo de Suelos) con las recomendaciones del responsable de Ecología y Protección al Ambiente de la Dirección Regional de Salud Pasco. **Los puntos de muestreo en zonas estratégicas de alta concurrencia de la poblacional, como también puntos cercanos a los pasivos ambientales cercanos que están en contacto con las personas posiblemente afectadas en casos de contaminación de suelos.**

### **3.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación se realizará mediante el siguiente procedimiento:

#### **Trabajo de Gabinete (Planificación del trabajo)**

Se basa en la planificación del trabajo y la coordinación con el laboratorio y monitorista, el envío de las bolsas plásticas para muestreo, las etiquetas, la cadena de custodia, y el trabajo de campo, la preparación de los materiales y la gestión para el transporte y determinación de puntos de muestreo.

#### **Trabajo de campo – Recolección de muestras en campo**

El trabajo in situ que se realiza es la locación de los puntos, así mismo la georreferenciación del punto, el muestreo compuesto lineal y la homogenización de la muestra, el transporte de punto a punto, el etiquetado de la muestra, la elaboración de la cadena de custodia y el envío de la muestra al laboratorio correspondiente.

#### **Trabajo de Gabinete – Análisis de Datos**

Una vez obtenido los resultados, se procederá a hacer el análisis estadístico correspondiente para la interpretación de los resultados y determinación de posibles causas que influyan en el resultado, el análisis según el ECA suelo y la interpretación del mismo

## 3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 3.5.1. TÉCNICAS

- ✓ **Tipo de Muestreo:** Muestreo de Identificación en muestras superficiales
- ✓ **Tiempo de monitoreo:** 1 semana
- ✓ **Monitoreo y Análisis de Muestra:** Contenido de Metales en las muestras obtenidas del monitoreo de suelos con los métodos acreditados por el INACAL.

### 3.5.2. INSTRUMENTOS

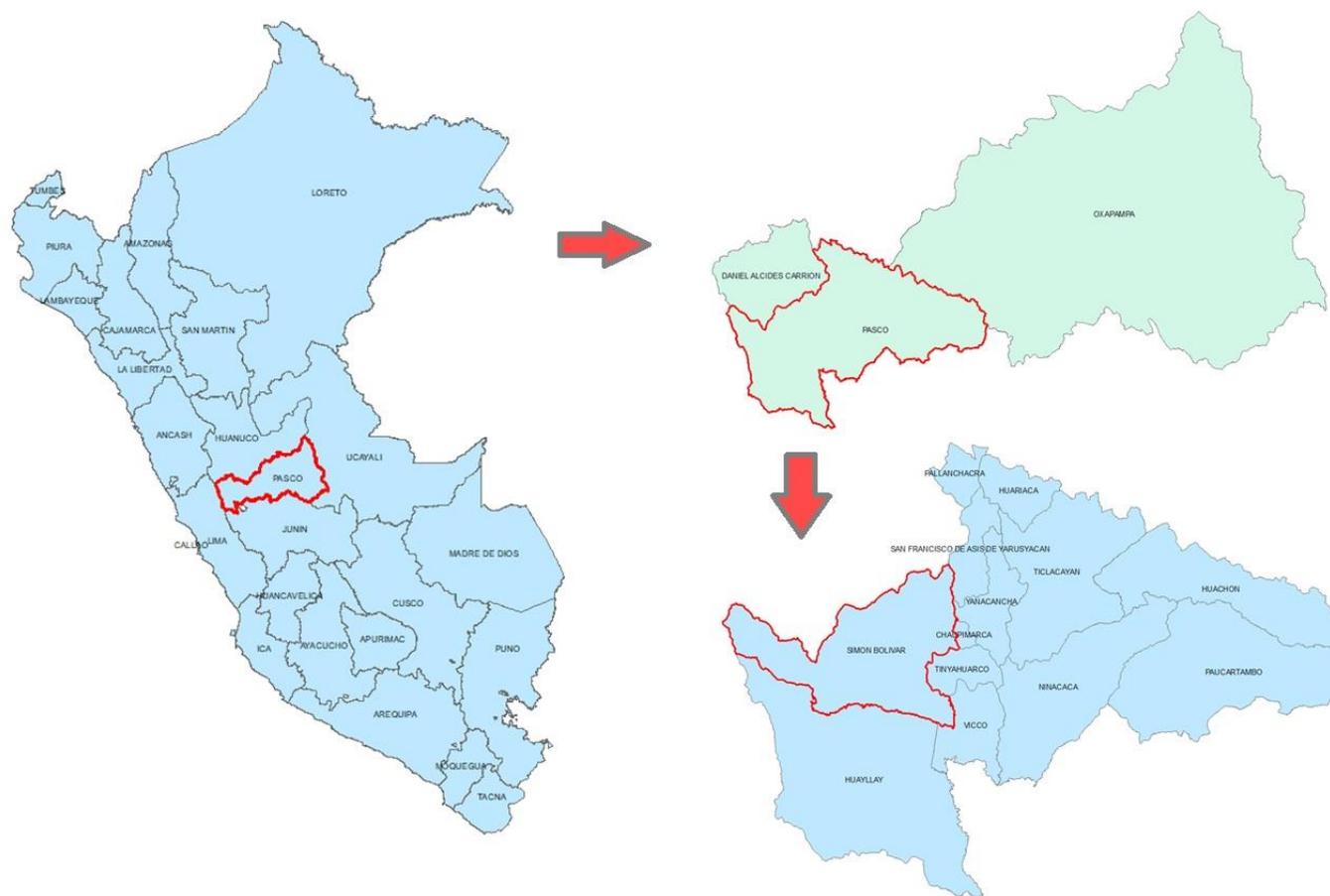
- ✓ GPS
- ✓ Cadena de Custodia
- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ Cooler
- ✓ Malla plástica para zarandeo
- ✓ Cucharas
- ✓ Picotas
- ✓ Cintas de embalaje
- ✓ Bolsas Plásticas etiquetadas para toma de muestra, entregadas por el laboratorio

### **3.6 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio en las localidades de Sacrafamilia, Yurajhuanca, Quiulacocha, AA.HH. José Carlos Mariátegui, C.P. de Paragsha, AA.HH. José Carlos Mariátegui, Champamarca, Ba. Buenos Aires, Ba. Ayapoto y Rancas pertenecientes al distrito de Simón Bolívar; Provincia y Región de Pasco.

El acceso desde la ciudad de Cerro de Pasco a la zona de estudio a 10Km por vía asfaltada y sin asfaltar hasta la localidad de Paragsha por donde se puede dirigir hacia la AA.HH. José Carlos Mariátegui y a las demás localidades, para más detalle se puede observar en el MAPA N°1 y los planos de la investigación en los ANEXOS.

**Mapa N° 01:** Ubicación del distrito de Simón Bolívar, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco.



**Fuente:** Elaboración Propia

### **3.7 DESCRIPCIÓN DEL DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR**

El distrito de Simón Bolívar, mejor conocido como distrito de Rancas, es uno de los trece que conforman la provincia de Pasco situada en la parte suroccidental del departamento de Pasco. Para llegar a Rancas desde Lima, la capital del Perú, se viaja en autobús hasta la ciudad de Cerro de Pasco. El viaje dura entre seis y ocho horas, en el que se recorren 315 Km. Se completa la ruta en un auto que sale de la antigua Calle del Marqués, cerca del barrio de la Esperanza. En aproximadamente treinta minutos y por un sol ochenta, se transita una carretera sin asfaltar, salpicada de residuos minerales.

### **3.8 ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN SIMÓN BOLÍVAR**

Las principales actividades económicas del Distrito, son: actividad minera poli metálica, comercio, servicios, ganadería y actividad agraria. En el territorio del Distrito opera la Compañía Minera Volcán, cuya produciendo plomo, plata, zinc y es la generadora del mayor volumen de empleo en la zona; además opera empresas mineras de segundo nivel como Aurex SAC y Chancadora Centauro SAC. La segunda actividad principal es el comercio seguida de la actividad agropecuaria.

### 3.9 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Código de la Muestra	Punto de Muestreo	UBICACIÓN		Coordenadas UTM	
		Localidad	Distrito	E	N
S-1	Av. Daniel A. Carrión, salida Jupayragra	Sacrafamilia	S. Bolivar	356346	8811169
S-2	I.E. N° 34036 Sagrada familia, losa deportiva	Sacrafamilia	S. Bolivar	356486	8811443
S-3	Primer parque	Sacrafamilia	S. Bolivar	356551	8811769
S-4	Av. Daniel A. Carrión, salida a 100m del puente sacrafamilia	Sacrafamilia	S. Bolivar	356602	8811984
S-5	Losa deportiva Yurajhuanca, frente al cementerio La Paz	Yurajhuanca	S. Bolivar	356498	8816194
S-6	Plaza principal de Yurajhuanca	Yurajhuanca	S. Bolivar	356556	8816486
S-7	Calle frente a la I.E. N° 34030 Raúl Porras Barnechea (Primaria)	Yurajhuanca	S. Bolivar	357031	8816461
S-8	Av. San Sebastián a 200m De laguna de oxidación	Quiulacocho	S. Bolivar	358321	8816424
S-9	I.E N° 34031 13 de Agosto, losa deportiva	Quiulacocho	S. Bolivar	358760	8816591
S-10	Parque Cvico recreativo de Quiulacocho	Quiulacocho	S. Bolivar	358969	8816530
S-11	Av. San Sebastián, entrada de Quiulacocho	Quiulacocho	S. Bolivar	359319	8816535
S-12	Jr. Gamaniel Blanco S7n a 200 mts de curva a Yanahuanca	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar	360904	8820455
S-13	Parque infantil, al costado polideportivo Mariategui	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar	360992	8820089
S-14	Calle Victor Arias Vicuña	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar	360901	8819946
S-15	Estadio de Paragsha	C.P. Paragsha	S. Bolivar	361356	8819680
S-16	I.E. N° 31774 San Andres de Paragsha	C.P. Paragsha	S. Bolivar	361361	8820015
S-17	Calle de la Mz 1 a 200 mts de desmonte de rumiallana	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar	361543	8820620
S-18	Av. El Minero s/n entrada a paragsha, costado de grifo	AA.HH. JC Mariategui	S. Bolivar	361699	8820466
S-19	Calle Botafogo, frente al P.S. Champamarca	Champamarca	S. Bolivar	361239	8818039
S-20	Losa deportiva Champamarca	Champamarca	S. Bolivar	361116	8817789
S-21	Patio I.E. N° 34037 y calle adyacente	Champamarca	S. Bolivar	361109	8817998
S-22	Blanco, en la zona denominada Vinchuscancha	Rancas	S. Bolivar	354758	8820573
S-23	Complejo deportivo Buenos Aires	Ba. Buenos Aires	S. Bolivar	361 554	8 818 226
S-24	Losa deportiva	Ba. Ayapoto	S. Bolivar	361 710	8 818 669

### **3.10 EQUIPOS Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.**

Los equipos utilizados y el procedimiento de muestreo se realizó un Muestreo de Identificación en base a la recomendación de la Guía para el Monitoreo de Suelos en el marco del DS 002 – 2013 – MINAM, Estándares para Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2014.

#### **3.10.1 Trabajo de pre Campo**

- ✓ El trabajo de campo se inició con la preparación del material necesarios para la toma de muestra en campo, los materiales fueron dados por el laboratorio ALS, el cuál fueron llevados para el trabajo en campo.

#### **3.10.2 Trabajo de Campo**

Al llegar al punto se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ El monitoreo se realizó a partir de la 9:00 am
- ✓ Tomar lectura de las coordenadas del punto de muestreo.
- ✓ Se recolectaron las muestras como indica la norma en las bolsas de polietileno para el caso de parámetros inorgánicos establecidos en el ECA Suelo, a excepción de la muestra para el parámetro de Cianuro y Cromo VI, las cuales fueron almacenadas en los frascos brindados por el laboratorio.
- ✓ Se realizó el cuarteo y el muestreo compuesto de suelos a fin de obtener una muestra representativa de la zona en contacto con la población.

- ✓ Se rotulo de los frascos a fin de ser identificados
- ✓ Se almacenaron las muestras en el recipiente térmico (cooler).
- ✓ Se llenó la cadena de custodia debidamente con la información recogida durante los trabajos realizados.
- ✓ Al finalizar el monitoreo se trasladaron y se envalaron para el traslado al laboratorio.

Para más detalle se puede observar las imágenes:



**Imagen N° 05:** Toma de Muestra S-15 Estadio de Paragsha



**Imagen N° 06:** Transporte y herramientas para el Monitoreo de Suelos

### **3.10.3 Toma de Muestras por Parámetro**

Se recolectaron las muestras en las bolsas de polietileno para el caso de parámetros inorgánicos establecidos en el ECA Suelo, a excepción de la muestra para el parámetro de Cianuro y Cromo VI, las cuales fueron almacenadas en los frascos brindados por el laboratorio.

#### **3.10.3.1 Parámetros Metales Inorgánicos**

- ✓ Antes del muestreo, se realiza el lavado de los materiales con el suelo del punto de muestreo, los cuales son representativamente favorables.
- ✓ Se realizaron muestras compuestas del punto, las cuales fueron zarandeadas en un recipiente, en el cual se realizó el cuarteo correspondiente de acuerdo a la guía.
- ✓ Se procedió a almacenar las muestras en las bolsas de polietileno y frascos correspondientes.
- ✓ Las muestras no necesitan preservantes, las cuales fueron selladas y llevadas al cooler para su traslado al laboratorio encargado de su análisis.

#### **3.10.3.2 Identificación de las muestras de Suelo:**

Los recipientes fueron identificados con una etiqueta con contenido de la siguiente información:

- 1.- Número de Muestra
- 2.- Código de identificación
- 3.- Origen de la fuente.
- 4.- Descripción del punto de muestreo.
- 5.- Fecha y hora de la toma de la muestra.
- 8.- Preservación realizada, tipo de preservante utilizado. (Sin preservante)
- 9.- Tipo de análisis requerido.
- 10.- Nombre del responsable del muestreo.

### **3.11 ANÁLISIS DE MUESTRAS**

#### **3.11.1 Análisis de Parámetros Químicos**

El Análisis de los Parámetros Químicos fueron realizados por el laboratorio ALS acreditado por INACAL, para este caso se realizaron los envíos de las muestras, el 10 de mayo del 2018 para su análisis de los metales pertinentes a la investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS**

Finalizada el proceso de análisis en mayo del 2018, el laboratorio ALS acreditado por INACAL nos reportó resultados de los parámetros Arsénico, Plomo, Cadmio, Cromo VI, Cromo Total, Mercurio y Cianuro Libre.

**Tabla N°7: Resultados del Monitoreo de Suelos según los parámetros y puntos de muestreo**

Distrito	Localidad	Punto de Muestreo	Cód. de campo	Mercurio Total (Hg)	Arsenico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Plomo (Pb)	Cromo Total	Cromo VI	Cianuro Libre
Simón Bolívar	Sacrafamilia	Av. Daniel A. Carrión, salida Jupayragra	S-1	1.33	62.3	169.5	8.4	260	21.6	0.69	<0.2
Simón Bolívar	Sacrafamilia	I.E. N° 34036 Sagrada familia, losa deportiva	S-2	9.87	89.9	182.4	5.6	397	15.9	0.5474	<0.2
Simón Bolívar	Sacrafamilia	Primer parque	S-3	6.09	67.5	208.9	4.1	231	15.0	0.6399	<0.2
Simón Bolívar	Sacrafamilia	Av. Daniel A. Carrión, salida a 100m del puente Sacrafamilia	S-4	23.17	123.2	107.5	4.2	440	15.0	0.5357	<0.2
Simón Bolívar	Yurajhuanca	Losa deportiva Yurajhuanca, frente al cementerio La Paz	S-5	7.41	101.0	177.7	4.4	562	17.5	1.336	<0.2
Simón Bolívar	Yurajhuanca	Plaza principal de Yurajhuanca	S-6	18.97	148.2	213.3	5.6	819	15.1	0.467	<0.2
Simón Bolívar	Yurajhuanca	Calle frente a la I.E. N° 34030 Raúl Porras Barrenechea (Primaria)	S-7	35.84	152.7	159.1	5.1	822	15.5	0.5041	<0.2
Simón Bolívar	Quiulacocho	Av. San Sebastián a 200 mts. De laguna de oxidación	S-8	82.42	430.7	394.1	10.4	2113	12.6	0.3632	<0.2
Simón Bolívar	Quiulacocho	I.E N° 34031 13 DE Agosto, losa deportiva	S-9	20.41	167.8	133.7	5.8	810	11.9	0.496	<0.2
Simón Bolívar	Quiulacocho	Parque Cívico Recreativo Quiulacocho	S-10	31.18	176.1	178.4	6.8	873	10.8	0.3603	<0.2
Simón Bolívar	Quiulacocho	Av. San Sebastián, entrada de Quiulacocho	S-11	12.57	274.2	111	7.5	724	9.3	0.2673	<0.2
Simón Bolívar	AA.HH. JC Mariátegui	Jr. Gamaniel Blanco s/n a 200m de curva a Yanahuanca	S-12	0.61	152.8	148.8	5.4	327	6.0	<0.0189	<0.2
Simón Bolívar	AA.HH. JC Mariátegui	Losa deportiva, costado de CEBA Venancio Cornelio Mauricio	S-13	0.43	198.5	157.8	5	398	5.9	0.6179	<0.2
Simón Bolívar	AA.HH. JC Mariátegui	Calle Victor Arias Vicuña	S-14	2.18	217.1	205.4	5.2	891	8.7	0.3321	<0.2
Simón Bolívar	C.P. Paragsha	Estadio de Paragsha	S-15	4.70	627.3	525.3	32.4	7064	11.4	<0.0189	<0.2
Simón Bolívar	C.P. Paragsha	I.E. N° 31774 San Andres de Paragsha	S-16	0.86	261.5	284.7	12.7	2091	8.2	0.4485	<0.2
Simón Bolívar	AA.HH. JC Mariátegui	Calle de la Mz 1 a 200m de desmonte de Rumiallana	S-17	1.09	208.1	77.6	4.9	417	5.4	0.3317	<0.2
Simón Bolívar	AA.HH. JC Mariátegui	Av. El Minero s/n entrada a Paragsha, costado de grifo	S-18	3.33	272.1	222.9	13.9	1554	6.0	<0.0189	<0.2
Simón Bolívar	Champamarca	Calle de la I.E. N° 34037 Champamarca, Jr. Botafogo	S-19	4.73	188.5	141.5	12	1665	10.3	0.4726	<0.2
Simón Bolívar	Champamarca	Losa deportiva Champamarca	S-20	2.48	189.5	166.3	13.9	957	17.9	0.4043	<0.2
Simón Bolívar	Champamarca	I.E. N° 34037, patio de recreación del nivel inicial	S-21	1.43	138.2	124.8	8.2	632	12.6	0.7304	<0.2
Simón Bolívar	Rancas	Blanco, en la zona denominada Vinchuscancha	S-22	0.99	65.9	76.2	2.7	215	8.1	0.5941	<0.2
Simón Bolívar	Ba. Buenos Aires	Calle San Martin	S-23	24.39	295.9	154.2	10.5	1565	12.2	0.6935	<0.2
Simón Bolívar	Ba. Ayapoto	Losa deportiva	S-24	28.31	616.0	357.7	32.1	5548	18.5	0.5094	<0.2

#### 4.1.1 Resultado de Calidad de Suelos

##### 4.1.1.1 Resultado del Parámetro Arsénico

Los resultados reportados por el laboratorio acreditado por INACAL ALS podemos detallar a continuación:

Gráfico N° 1: Resultado de los Parámetro Arsénico



Fuente: Elaboración Propia

##### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Arsénico

El As en el punto S-8 (Av. San sebastian a 200 mts. De laguna de oxidación, Quilacocha), S-15 (Estadio de Paragsha), S-24 (Ba. Ayapoto), muestran altas concentraciones del parámetro arsénico, los resultados podrían haber sido influenciados por los pasivos ambientales cercanos, como también el tránsito de vehículos que trabajan para la actividad minera.

En percepción general los resultados sobrepasan los

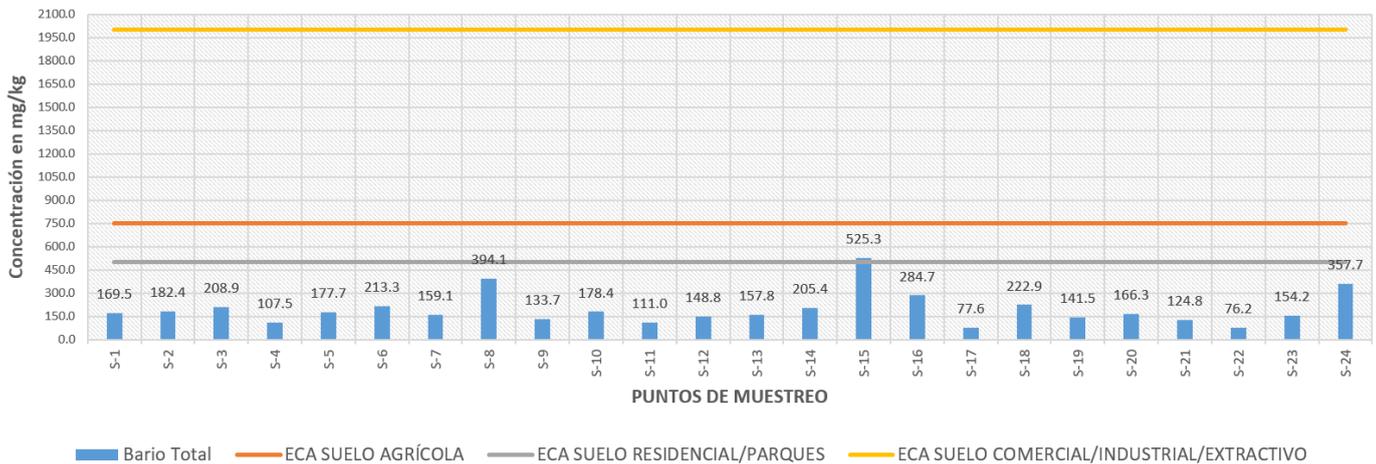
Estándares de Calidad de Suelos en todas las categorías de los Usos de Suelo.

#### 4.1.1.2 Resultados del Parámetro Bario Total

Los resultados reportados por el laboratorio acreditado por INACAL ALS podemos detallar a continuación:

**Gráfico N°2: Resultados del Parámetro Bario total**

Valores para parámetro Bario



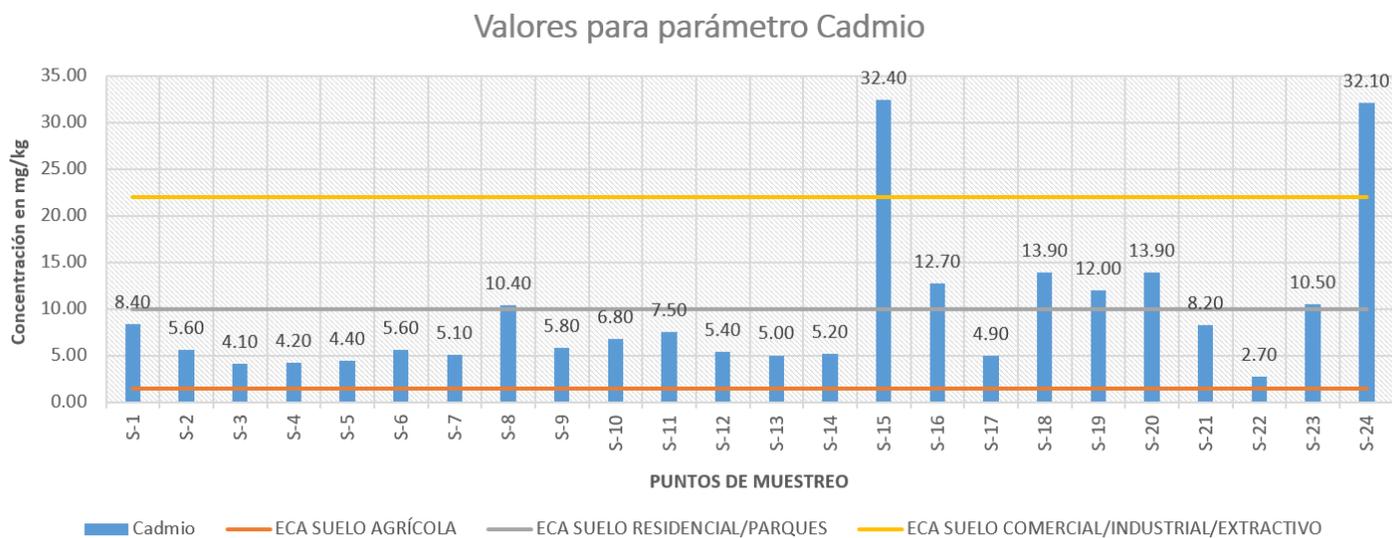
Fuente: Elaboración Propia

#### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Bario Total

Respecto al Parámetro Bario Total, la mayoría de los Puntos de Muestreo de Suelo no sobrepasan los Estándares de Calidad de Suelos en ninguna de sus categorías de Uso de Suelo. Sin embargo, en el punto de muestreo S-15 (Estadio Paragsha), llega al límite del ECA Suelo Residencial/Parques lo que es importante de señalar.

### 4.1.13 Resultados del Parámetro Cadmio

Gráfico N° 3: Resultado de los Parámetro Cadmio



Fuente: Elaboración Propia

#### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Cadmio

Respecto al parámetro Cadmio; en el punto S-15 (Estadio de Paragsha), S-24 (Ba. Ayapoto), muestran altas concentraciones del parámetro mencionado, los resultados podrían haber sido influenciados por los pasivos ambientales cercanos, como también el alto tránsito de vehículos que trabajan para la actividad minera, así como también el tipo de material de relleno que fueron utilizados en mencionadas zonas. Se tiene referencia de que el Estadio Paragsha fue relleno con material de desmonte minero, lo que estaría siendo un factor influyente para nuestra investigación.

En percepción general los resultados sobrepasan los

Estándares de Calidad de Suelos de Uso para Suelo Agrícola pero se mantienen por debajo del ECA Suelo Residencial/Parques a excepción de los 2 puntos anteriormente mencionados.

#### 4.1.1.4 Resultados del Parámetro Cromo Total

Gráfico N°4: Resultado de los Parámetro Cromo Total



Fuente: Elaboración Propia

#### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Cromo Total

Respecto al parámetro Cromo Total, se tienen altas muestras altas concentraciones del parámetro mencionado, en todos los puntos de muestreo, los resultados podrían haber sido influenciados por los pasivos ambientales cercanos, como también el alto tránsito de vehículos que

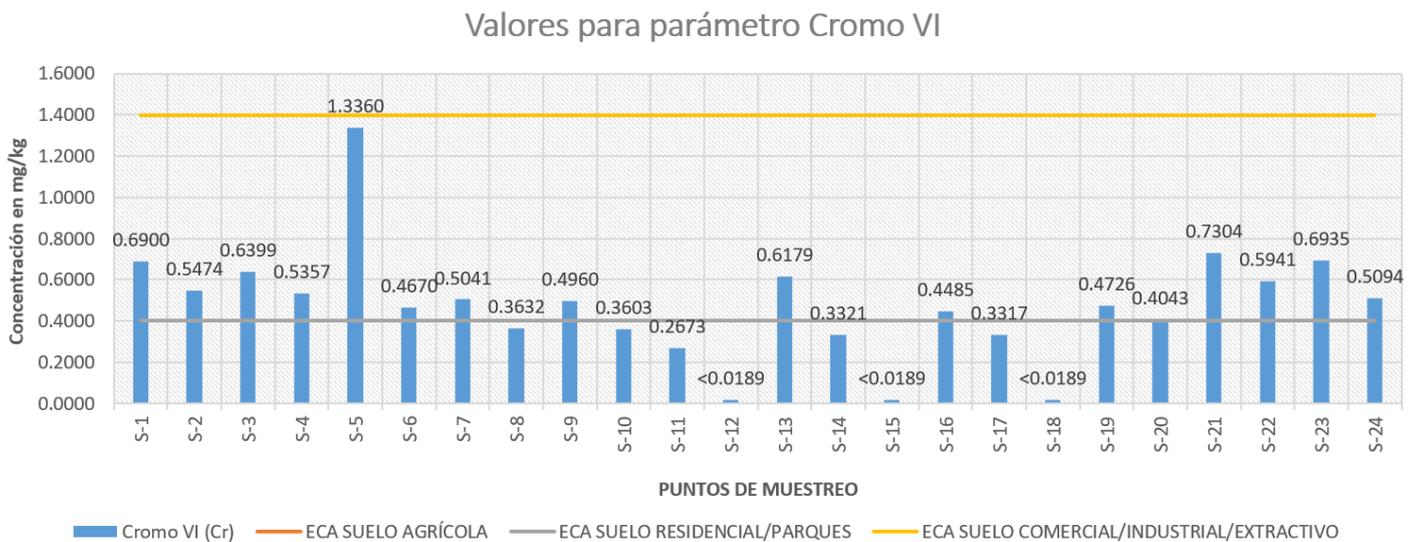
trabajan para la actividad minera, así como también el tipo de material de relleno que fueron utilizados en mencionadas zonas

En percepción general los resultados sobrepasan los Estándares de Calidad de Suelo en todas sus categorías.

Cabe resaltar que el parámetro Cromo Total no aplica para el ECA Suelo de uso Agrícola.

#### 4.1.1.5 Resultados del Parámetro Cromo VI

Gráfico N°5: Resultado de los Parámetro Cromo VI



Fuente: Elaboración Propia

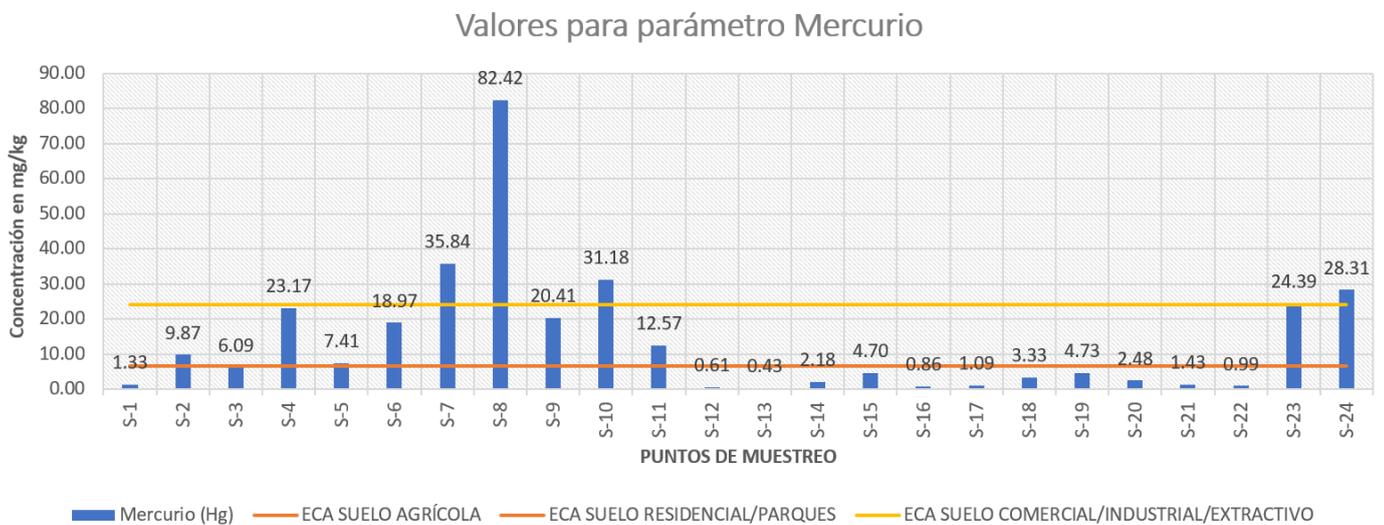
#### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Cromo VI

Respecto al parámetro Cromo VI; en el punto S-5 (Losa deportiva Yurajhuanca, frente al cementerio la paz), muestra alta concentración del parámetro mencionado. En percepción general los resultados sobrepasan ligeramente

los ECA Suelo de uso Agrícola y ECA Suelo Residencial/Parques, cabe resaltar que en los puntos S-12 (Jr. Gamaniel Blanco S7n a 200 mts de curva a yanahuanca, AA.HH. José Carlos Mariátegui), S-15 (Estadio de Paragsha), S-18 (Av. El Minero s/n entrada a paragsha, costado de grifo, AA.HH. José Carlos Mariategui), la concentración se mantuvo por debajo de límite de detección.

#### 4.1.1.6 Resultados del Parámetro Mercurio

Gráfico N°6: Resultado de los Parámetro Mercurio



Fuente: Elaboración Propia

#### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Mercurio

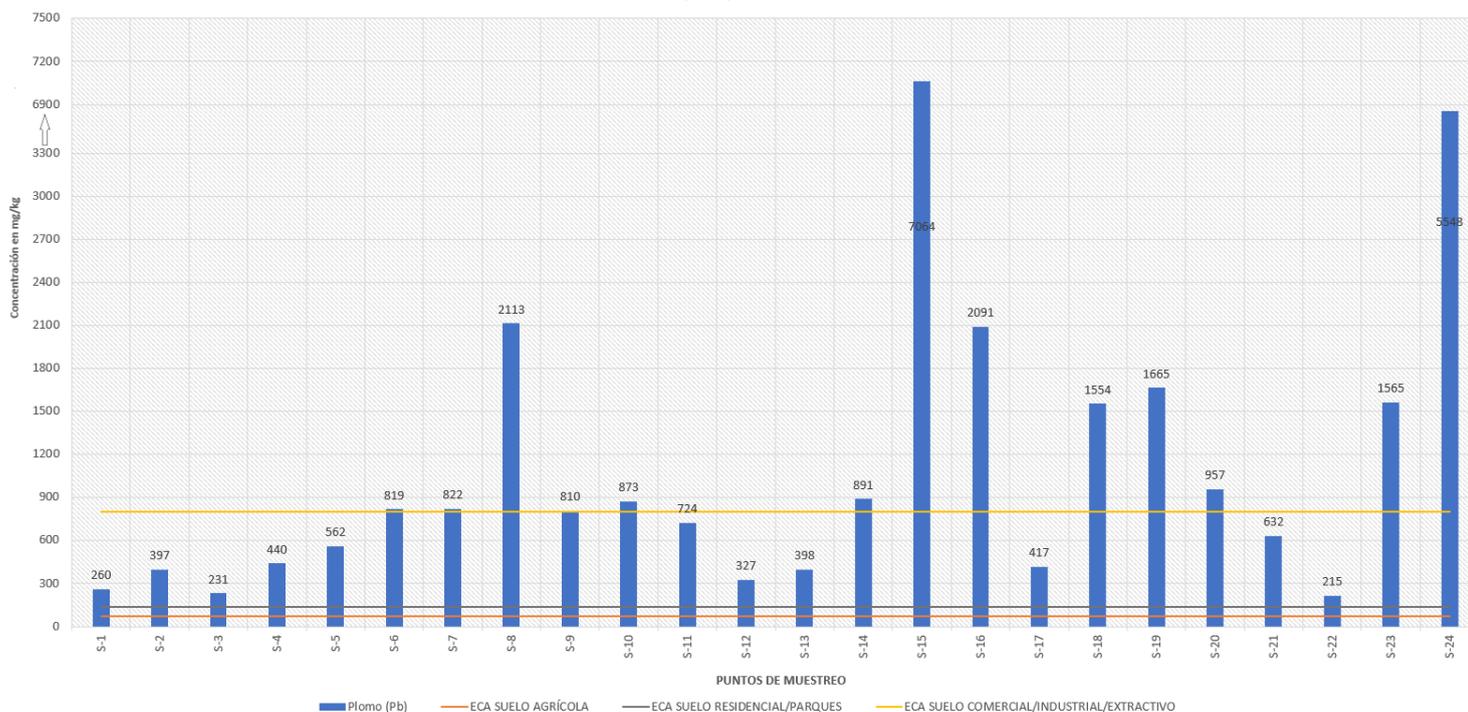
Respecto al parámetro Mercurio; en el punto S-8 (Av. San sebastian a 200 mts. De laguna de oxidación), muestra muy alta concentración del parámetro mencionado, probablemente debido a la Laguna de Oxidación muy cercana al punto de muestreo.

En puntos S-4 (Av. Daniel A. Carrión, salida a 100m del puente Sacrafamilia), S-18 (Av. El Minero s/n entrada a Paragsha, costado de grifo), S-9 (I.E N° 34031 13 DE Agosto, loza deportiva, Quiulacocha), S-10 (Parque cívico recreativo Quiulacocha), S-23 (Complejo deportivo Ba. Buenos Aires, frente a calle San Martín), S-24 (Losa deportiva, Ba Ayapoto), los resultados sobrepasan los ECA Suelo de uso Agrícola y ECA Suelo Residencial/Parques, los demás puntos de muestreo se mantuvieron por debajo del nivel de los ECA's para Suelo en todas sus categorías de uso.

### 4.1.1.7 Resultados del Parámetro Plomo

Gráfico N°7: Resultado de los Parámetro Plomo

Valores para parámetro Plomo



Fuente: Elaboración Propia

#### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Plomo

Respecto al parámetro Plomo; en el punto S-8 (Av. San Sebastián a 200 mts. De laguna de oxidación, Quiulacocho), en el punto S-15 (Estadio de Paragsha), S-16 (I.E. N° 31774 San andres de Paragsha), S-18 (Av. El Minero s/n entrada a Paragsha, costado de grifo, AA.HH. JC Mariategui), S-19 (Calle botafogo, frente al puesto de salud Champamarca), S-23 (Complejo deportivo Ba. Buenos Aires), S-24 (Ba. Ayapoto), muestran altas concentraciones del parámetro

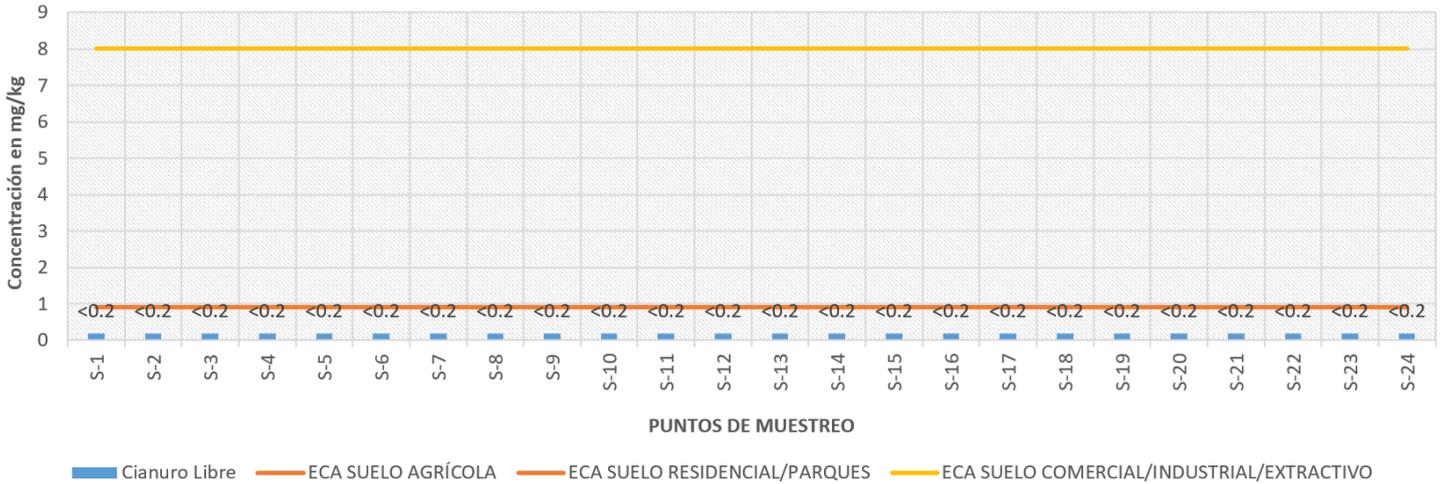
mencionado, los resultados podrían haber sido influenciados por los pasivos ambientales cercanos, como también el alto tránsito de vehículos que trabajan para la actividad minera, así como también el tipo de material de relleno que fueron utilizados en mencionadas zonas. Se tiene referencia de que el Estadio Paragsha fue relleno con material de desmonte minero, lo que estaría siendo un factor influyente para el resultado de 7064 mg/kg, que representa el valor más alto en el gráfico.

En percepción general los resultados restantes sobrepasan el ECA de Uso para Suelo Agrícola y el ECA Suelo Residencial/Parques y se mantienen por debajo del ECA Suelo para uso Comercial/Industrial/Extractivo.

#### 4.1.1.8 Resultados del Parámetro Cianuro Libre

Gráfico N° 8: Resultado de los Parámetro Cianuro Libre

Valores para parámetro Cianuro Libre



Fuente: Elaboración Propia

#### ❖ Interpretación del gráfico de resultados para Cianuro Libre

Respecto al parámetro Cianuro Libre; las concentraciones en todos los puntos de muestreo se mantuvieron por debajo de límite de detección muy por debajo de los ECA's para Suelo en todas sus categorías de Uso.

#### 4.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente discusión de la investigación denominada **“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS INORGÁNICOS ESTABLECIDOS EN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO (D.S. N° 011 – 2017 MINAM); DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR – PROVINCIA DE PASCO”** detallamos:

Se muestran altas concentraciones de los parámetros Arsénico, Cromo total, Cadmio y Plomo en los puntos; S-8 (Av. San sebastian a 200 mts. De laguna de oxidación, Quilacocha), S-15 (Estadio de Paragsha), S-24 (Ba. Ayapoto), sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo, en sus categorías de Uso de Suelo Agrícola, Suelo Residencial/Parques y Suelo Comercial/Industrial/Extractivo.

En percepción general los resultados de los parámetros Arsénico, Cadmio, Cromo total, Cromo VI, Mercurio, Plomo sobrepasan el ECA Suelo de Uso Agrícola, a excepción de los parámetros Bario Total y Cianuro Libre, los cuales se mantuvieron por debajo del ECA Suelo en todas sus categorías de Uso de suelo.

Los resultados de la presente investigación se realizaron de acuerdo al marco legal peruano, Estándar de Calidad de Suelo D.S. 011 – 2017 MINAM y los métodos de análisis fueron los aprobados por el INACAL.

## 4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para nuestra investigación se planteó la hipótesis general expresando lo siguiente:

**“En los suelos del Distrito de Simón Bolívar – provincia de Pasco; los parámetros Inorgánicos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (D.S. N° 011 – 2017 MINAM).”**

Finalizada nuestra investigación podemos mencionar que la hipótesis es válida, ya según el análisis de laboratorio determinó concentraciones altas de los parámetros de Arsénico, Cadmio, Cromo total, Cromo VI, Mercurio, Plomo. Los cuales en su gran mayoría no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Sin embargo, en los parámetros Cianuro Libre y Bario Total, los niveles de concentración de dichos parámetros se mantuvieron por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Se evidencia la existencia de problemas de contaminación de suelos superficiales que están expuestos a la población. Los cuales posiblemente fueron influenciados por las huellas de la actividad minera existentes en el distrito de Simón Bolívar.

## CONCLUSIONES

Finalizando la presente investigación, se tomaron como un 100% a un total de 192 resultados reportados por el laboratorio, por lo que se puede concluir:

1. La calidad del suelo del distrito de Simón Bolívar, provincia de Pasco; no cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo en una gran mayoría de parámetros, lo que demostraría que existe una exposición de suelos negativa para la población del distrito mencionado.
2. Un 56.77% de los resultados de los parámetros evaluados sobrepasan el ECA Suelo de Uso Agrícola, denotando una calidad de suelos desfavorable en la categoría de Uso de Suelo mencionada.
3. Un 56.25% de los resultados de los parámetros evaluados sobrepasan el ECA Suelo de Uso Residencial/Parques, denotando una calidad de suelos desfavorable en la categoría de Uso de Suelo mencionada.
4. Un 31.77% de los resultados de los parámetros evaluados sobrepasan el ECA Suelo de Uso Comercial/Industrial/Extractivo, denotando una tercera parte de los resultados desfavorable para la categoría de Uso de Suelo mencionada.

5. En los puntos de muestreo; S-8 (Av. San Sebastián a 200 mts. De laguna de oxidación), S-15 (Estadio de Paragsha), S-24 (Ba. Ayapoto). Se muestran altas concentraciones de los parámetros Arsénico, Cromo total, Cadmio y Plomo, siendo zonas críticas. Su contacto directo podría causar problemas de salud a la población.
  
6. Los resultados para el parámetro Plomo sobrepasan los ECA Suelo de Uso Agrícola y Residencial/Parques en todos los puntos de muestreo.

## RECOMENDACIONES

Concluida la investigación llego a determinar las siguientes recomendaciones:

- El Estado a través de la Dirección Regional Pasco debe implementar estrategias para que la Calidad de Suelos del distrito sea de conocimiento de la población para que las personas tomen la debida precaución respecto al contacto con el suelo no asfaltado, principalmente la debida precaución para sus niños y mayores de edad.
- Fomentar el presente estudio a las instituciones como Ministerio de Vivienda, para que tomen las medidas correspondientes de exposición, para que se pueda realizar el asfaltado de las zonas de elevadas concentraciones de los metales evaluados.
- Se recomienda no utilizar desmonte minero como material de relleno para la nivelación de las calles y avenidas, por el hecho que se demostró en los resultados de altos niveles de metales en suelos expuestos a la población.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Juan Carlos Camargo García, Jennifer Paola Arias Morales y Dein Muñoz Paredes; **Evaluación del contenido de mercurio en suelos y lechos de quebradas en la zona minera de Miraflores, Quinchía, Colombia.** 2014.
- Mario Pablo Cantú; Analía Becker; José Camilo Bedano & Hugo Francisco Schiavo; **Evaluación de la Calidad de Suelos mediante el uso de indicadores e índices.** Argentina. Río Cuarto, Córdoba, marzo 2007.
- María Eugenia Guerrero Useda, Vanessa Pineda Acevedo; **Contaminación del suelo en la zona minera de Rasgatá Bajo (Tausa).** Colombia 2015.
- M.Sc. Héctor P. Hernández Arboláez; **Efecto del uso del suelo sobre indicadores que determinan su calidad en áreas de la Finca “Baños de Marrero”.** Colombia. Santa Clara, 2015.
- Ministerio del Ambiente, Viceministro de Gestión Ambiental, Dirección de Calidad Ambiental; **Guía para el Muestreo de Suelos**, en el marco del Decreto Supremo N°002-2013-MINAM, Estándares para Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, Perú. 2014.
- Ministerio del Ambiente, Viceministro de Gestión Ambiental, Dirección de Calidad Ambiental; **Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados**, en el marco del Decreto Supremo N°002-2013-

MINAM, Estándares para Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, Perú. 2015.

- Ministerio del Ambiente, Viceministro de Gestión Ambiental, Dirección de Calidad Ambiental; **Glosario de términos de Sitios Contaminados**, en el marco del Decreto Supremo N°002-2013-MINAM, Estándares para Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, Perú. 2014.
- MS.C. Lurdes Tuesta Collantes; **Evaluación de Cianuro en suelos, cuerpos de agua y plantas del entorno de centros mineros en Salpo-La Libertad-Perú 2007-2008.**
- Sandra Milena Silva; Arroyave Francisco Javier Correa Restrepo. **Análisis de la Contaminación del Suelo: Revisión de la normativa y posibilidades de Regulación Económica**, Medellín, Colombia, marzo 2009.
- Soraya Puga, Manuel Sosa, Toutcha Lebgue, Cesar Quintana y Alfredo Campos; **Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera.** La Molina, Lima – Perú.

### Referencias de páginas de Internet:

1. Proyecto de Tesis\_

<http://www.upeu.edu.pe/investigacion/proyecto-tesis/>

2. Guia-para-la-elaboracion-del-proyecto-de-tesis-fcs.pdf

<http://www.ucss.edu.pe/images/fcs/guia-para-la-elaboracion-del-proyecto-de-tesis-fcs.pdf>

3. Pasos para elaborar una tesis

[http://biblioteca.usil.edu.pe/docs/GB-VA-002%20Guia%20para%20presentacion%20de%20proyectos%20e%20informes%20de%20tesis%20USIL\\_May13.pdf](http://biblioteca.usil.edu.pe/docs/GB-VA-002%20Guia%20para%20presentacion%20de%20proyectos%20e%20informes%20de%20tesis%20USIL_May13.pdf)

4. Página de la Municipalidad Distrital de Simón Bolívar

<http://www.munisimonbolivar.com>

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**

**IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN**

## IMÁGENES DE LOS PUNTOS DE MUESTREO ESTUDIADOS



Toma de Muestra S-3, Primer parque Sacra familia.



Toma de Muestra S-5, Losa deportiva Yurajhuanca.



Toma de Muestra S-10, Parque cívico recreativo Quiulacocha



Toma de Muestra S-14, Calle Víctor Arias Vicuña AA.HH. JC Mariátegui.



Toma de Muestra S-20, Losa deportiva Champamarca.



Toma de Muestra S-24, Losa deportiva Ba. Ayapoto.

**ANEXO N°2**

**INFORME DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-029



Registro N° LE - 029

FDT 001 - 01

## INFORME DE ENSAYO: 24265/2018

### ANÁLISIS DE SUELO

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 03/07/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Sup. Emisión Informes - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Revisión: 09  
Fecha de Revisión: 23/05/2018

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsciobal.com](http://www.alsciobal.com)



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio  
Acreditado

Registro N°LE - 029

FDT 001 - 02

## INFORME DE ENSAYO: 24265/2018

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Muestra	Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD	219762/2018-1.1	219763/2018-1.1	219764/2018-1.1
								30/04/2018	30/04/2018	30/04/2018
								10:35:00	11:15:00	12:00:00
								Suelo	Suelo	Suelo
								S-1	S-2	S-3
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>										
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2				
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,6900	0,5474	0,6399				
<b>007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total</b>										
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	1,33	9,87	6,09				
<b>007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>										
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	62,3	89,9	67,5				
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	169,5	182,4	208,9				
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	8,4	5,6	4,1				
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	21,6	15,9	15,0				
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	260	397	231				
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>										
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	12,8	7,0				
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	28878	18021	23738				
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3				
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	150580	120901	55084				
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	18,9	3,9	4,4				
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	154,5	152,3	105,6				
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	37012	18729	19576				
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	1513	2720	4294				
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	2377	3875	4031				
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	279	1128	1370				
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6				
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	228	173	180				
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	66	11	14				
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	< 2,5	9,4	< 2,5				
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6				
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	< 3	< 3	< 3				
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	46,5	45,0	53,1				
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	1059	749,1	298,8				

N° ALS LS	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Muestra	Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD	219765/2018-1.1	219766/2018-1.1	219767/2018-1.1
								30/04/2018	30/04/2018	30/04/2018
								12:35:00	13:45:00	15:10:00
								Suelo	Suelo	Suelo
								S-4	S-5	S-6
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>										
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2				
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,5357	1,336	0,4670				
<b>007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total</b>										
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	23,17	7,41	18,97				
<b>007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>										
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	123,2	101,0	148,2				
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	107,5	177,7	213,3				
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	4,2	4,4	5,6				
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	15,0	17,5	15,1				
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	440	562	819				
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>										
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	14,8	8,0	11,5				
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	14947	17011	13848				
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3				
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	176603	48178	58021				

Revisión:09  
Fecha de Revisión: 23/05/2016

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
www.alsolbal.com



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029



Registro N° LE - 029

FDT 001 - 02

## INFORME DE ENSAYO: 24265/2018

N° ALS LS				219765/2018-1.1	219766/2018-1.1	219767/2018-1.1
Fecha de Muestreo				30/04/2018	30/04/2018	30/04/2018
Hora de Muestreo				12:35:00	13:45:00	15:10:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				S-4	S-5	S-6
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	< 0,8	6,2	4,1
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	143,5	86,7	142,4
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	17404	30155	29246
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	1427	3461	2624
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	4347	3758	3368
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	708	2645	2748
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	239	180	162
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	18	19	16
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	16,7	12,8	17,5
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	< 3	< 3	< 3
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	36,0	36,7	30,0
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	604,8	792,4	957,8

N° ALS LS				219768/2018-1.1	219769/2018-1.1	219770/2018-1.1
Fecha de Muestreo				30/04/2018	01/05/2018	01/05/2018
Hora de Muestreo				16:18:00	10:10:00	09:30:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				S-7	S-8	S-9
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,5041	0,3632	0,4960
007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	35,84	82,42	20,41
007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO						
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	152,7	430,7	167,8
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	159,1	394,1	133,7
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	5,1	10,4	5,8
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	15,5	12,6	11,9
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	822	2113	810
007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	16,9	47,8	12,6
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	13575	10282	10858
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	55858	37777	53859
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	5,0	6,2	4,4
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	161,1	330,0	140,9
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	32978	47092	32850
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	2045	2459	1776
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	3708	3210	2263
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	2320	4402	2658
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	111	188	104
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	12	16	13
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	25,7	74,2	23,4
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	< 3	< 3	< 3
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	32,5	27,9	25,3
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	1024	1743	1185

Revisión:09  
Fecha de Revisión: 23/05/2016

Av. República de Argentina N° 1359, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
www.alslab.com



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029



Registro N°LE - 009

FDT 001 - 02

## INFORME DE ENSAYO: 24265/2018

N° ALS LS 219771/2018-1.1 219772/2018-1.1 219773/2018-1.1  
 Fecha de Muestreo 01/05/2018 01/05/2018 02/05/2018  
 Hora de Muestreo 10:30:00 10:55:00 11:00:00  
 Tipo de Muestra Suelo Suelo Suelo  
 Identificación S-10 S-11 S-12

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	S-10	S-11	S-12
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,3603	0,2673	< 0,0189
<b>007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total</b>						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	31,18	12,57	0,61
<b>007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	176,1	274,2	152,8
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	178,4	111,0	148,8
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	6,8	7,5	5,4
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	10,8	9,3	6,0
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	873	724	327
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	16,0	10,9	3,9
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10323	7938	5630
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	128517	100528	38482
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	3,6	3,6	< 0,8
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	173,6	438,0	123,5
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	30997	29330	32472
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	2017	1560	2320
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	4421	3805	3220
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	2511	2207	1095
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	177	130	157
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	14	12	10
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	24,3	29,5	< 2,5
Selexio (Se)	10601	mg/kg	1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	< 3	< 3	< 3
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	27,5	22,2	15,2
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	1094	1249	1006

N° ALS LS 219774/2018-1.1 219775/2018-1.1 219776/2018-1.1  
 Fecha de Muestreo 02/05/2018 02/05/2018 02/05/2018  
 Hora de Muestreo 11:35:00 12:00:00 12:30:00  
 Tipo de Muestra Suelo Suelo Suelo  
 Identificación S-13 S-14 S-15

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	S-13	S-14	S-15
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,6179	0,3321	< 0,0189
<b>007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total</b>						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,43	2,18	4,70
<b>007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	198,5	217,1	627,3
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	157,8	205,4	525,3
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	5,0	5,2	32,4
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	5,9	8,7	11,4
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	398	891	7064
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	8,8	34,2
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	5841	11047	6831
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	37193	45395	61454
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	87,1	180,0	949,0
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	27654	33987	80843
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	2328	2757	1252

Revisión: 09  
 Fecha de Revisión: 23/05/2016

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
 Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
 www.alsolab.com



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029



INACAL  
DA - Perú  
Jornal 8 Years  
Acreditado

Reglamento N° LE - 029

FDT 001 - 02

## INFORME DE ENSAYO: 24265/2018

N° ALS LS				219774/2018-1.1	219775/2018-1.1	219776/2018-1.1
Fecha de Muestreo				02/05/2018	02/05/2018	02/05/2018
Hora de Muestreo				11:35:00	12:00:00	12:30:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				S-13	S-14	S-15
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	3288	1795	10099
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	1001	656	12605
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	105	185	214
Níquel (Ni)	10601	mg/kg	1	3	7	10
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	5,4	22,7	101,0
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	< 3	< 3	< 3
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	13,3	23,9	23,5
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	921,4	720,5	9259

N° ALS LS				219777/2018-1.1	219778/2018-1.1	219779/2018-1.1
Fecha de Muestreo				02/05/2018	02/05/2018	02/05/2018
Hora de Muestreo				13:00:00	14:40:00	15:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				S-16	S-17	S-18
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,4485	0,3317	< 0,0189
<b>007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total</b>						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,86	1,09	3,33
<b>007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	261,5	208,1	272,1
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	284,7	77,6	222,9
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	12,7	4,9	13,9
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	8,2	5,4	6,0
Piomo (Pb)	10601	mg/kg	2	2091	417	1554
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	8,8	< 0,6	11,6
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	5052	8164	5893
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,8	54101	28451	98980
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	228,4	185,4	236,0
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	49122	36743	51787
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	785,1	1986	1851
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	4727	1176	13746
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	9163	572	7383
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	98	160	191
Níquel (Ni)	10601	mg/kg	1	9	2	6
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	37,0	6,7	19,5
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	< 3	< 3	< 3
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	18,4	14,2	15,8
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2948	554,9	3945

Revisión:09  
Fecha de Revisión: 23/05/2016

Av. República de Argentina N° 1359, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
www.alsglobal.com



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-029



Registro N° LE - 029

FDT 001 - 02

## INFORME DE ENSAYO: 24265/2018

N° ALS LS				219780/2018-1.1	219781/2018-1.1	219782/2018-1.1
Fecha de Muestreo				01/05/2018	01/05/2018	01/05/2018
Hora de Muestreo				12:20:00	11:20:00	12:00:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				S-19	S-20	S-21
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,4726	0,4043	0,7304
<b>007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total</b>						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	4,73	2,48	1,43
<b>007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	138,5	189,5	138,2
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	141,5	166,3	124,8
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	12,0	13,9	8,2
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	10,3	17,9	12,6
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	1665	957	632
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	8,4	3,3	5,0
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	8505	12411	10420
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	87406	17414	92877
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	7,2	9,3	6,6
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	222,6	190,5	163,9
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	43143	42838	33851
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	1963	2798	1916
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	8098	3847	4657
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	3664	5305	2718
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	159	119	219
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	21	27	21
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	12,5	16,4	10,7
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	< 3	< 3	< 3
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	27,1	31,6	25,6
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2606	4342	1915

N° ALS LS				219783/2018-1.1	219784/2018-1.1	219785/2018-1.1
Fecha de Muestreo				03/05/2018	02/05/2018	02/05/2018
Hora de Muestreo				09:40:00	09:45:00	10:35:00
Tipo de Muestra				Suelo	Suelo	Suelo
Identificación				S-22	S-23	S-24
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Cianuro Libre	8797	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cromo Hexavalente	18591	mg/kg	0,0189	0,5941	0,6935	0,5094
<b>007 ENSAYO DE METALES - Mercurio Total</b>						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,99	24,39	28,31
<b>007 ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	65,9	295,9	616,0
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	76,2	154,2	357,7
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	2,7	10,5	32,1
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	8,1	12,2	18,5
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	215	1565	5548
<b>007 ENSAYOS DE METALES TOTALES POR ICP ÓPTICO</b>						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	< 0,6	19,6	78,4
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10865	9949	9081
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	2266	34474	77216
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	< 0,8	5,9	5,2
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	47,2	310,1	540,7
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	8625	44271	80697
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	993,8	2179	1064

Revisión:09  
Fecha de Revisión: 23/05/2018

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
www.alsinhal.com

**ANEXO N°3**

**CADENA DE CUSTODIA**

**CADENA DE CUSTODIA / SUELOS, LODOS, BARROS Y SEDIMENTOS - CLIENTES**



Sede CERCADO  
Av. República de Argentina 1859, Urb Industrial Conde  
Teléfono : 4889500  
SAARF\_ServicioClientes@alsglobal.com

N° de Documento

Hoja N° 01 de 03

Grupo N° 24265/2016

Orden de Servicio N° 30742

Proceso N° 6308

---

**Sede CERCADO**

Av. República de Argentina 1859, Urb Industrial Conde  
Teléfono : 4889500  
SAARF\_ServicioClientes@alsglobal.com

**AREQUIPA**

Av Dolores N° 167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa  
Teléfono : 054 - 424570  
SAARF\_ServicioClientes@alsglobal.com

---

**ENVIAR REPORTE DE SIGAYO A:**

CLIENTE :	ANTHONY ALVARADO OCHOA	111	PRESERVANTE
CONTACTO :	ANTHONY ALVARADO OCHOA		
DIRECCION :	Av. Tupac Amari 1095 Colquique		
TELEFONO :	999205298		
E-MAIL :	aldanthony@gmail.com		

---

**FACTURAR A:**

RAZON SOCIAL :	-	METRÉS TERREJOS (10) 118 CRONO VI CIANURO LIOBRE	PARAMETRO
DIRECCION :	Av. Tupac Amari Colquique		
RUC :	104734154		
CONTACTO :			
TELEFONO :	999205298		

---

**DATOS DEL PROYECTO:**

PROYECTO :	PROYECTO DE TESIS
REFERENCIA :	
COTIZACION :	6708/2016-4
MUESTREADO POR :	ANTHONY ALVARADO OCHOA

---

ESTACION DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CODIGO DE LABORATORIO	Tipo Envase P-Plastico V-Vidrio	Georreferencia (UTM) Profundidad
S-1	SUELO	30/01/16	10:35	219762	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-2	SUELO	30/01/16	11:15	219763	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-3	SUELO	30/01/16	11:00	219764	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-4	SUELO	30/01/16	12:35	219765	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-5	SUELO	30/01/16	15:45	219766	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-6	SUELO	30/01/16	15:10	219767	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-7	SUELO	30/01/16	16:15	219768	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-8	SUELO	01/02/16	10:10	219769	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-9	SUELO	01/02/16	09:30	219770	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-10	SUELO	01/02/16	10:30	219771	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P
S-11	SUELO	01/02/16	10:55	219772	⊗ ⊗ ⊗	P,P,P

OBSERVACIONES:

---

**DATOS DE ENVIO: INDICADOS POR EL CLIENTE**

Entregado por :	Recibido en laboratorio por: <b>Luis Arando P.</b>
Fecha :	Fecha : 11/05/16
Firma :	Hora (hh:mm) : 10:03
Revisado por :	Firma :

---

**CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):**

En buen estado:	SI	No	Comentarios :
Recipiente apropiado:	SI	No	
Dentro del tiempo de conservación:	SI	No	
Correctamente preservada:	SI	No	

30 - Suelo      303 - Sedimento      305 - Sólidos      307 - Sólidos      309 - Lodos      311 - Lodos      313 - Lodos      315 - Lodos      317 - Lodos      319 - Lodos      321 - Lodos      323 - Lodos      325 - Lodos      327 - Lodos      329 - Lodos      331 - Lodos      333 - Lodos      335 - Lodos      337 - Lodos      339 - Lodos      341 - Lodos      343 - Lodos      345 - Lodos      347 - Lodos      349 - Lodos      351 - Lodos      353 - Lodos      355 - Lodos      357 - Lodos      359 - Lodos      361 - Lodos      363 - Lodos      365 - Lodos      367 - Lodos      369 - Lodos      371 - Lodos      373 - Lodos      375 - Lodos      377 - Lodos      379 - Lodos      381 - Lodos      383 - Lodos      385 - Lodos      387 - Lodos      389 - Lodos      391 - Lodos      393 - Lodos      395 - Lodos      397 - Lodos      399 - Lodos      401 - Lodos      403 - Lodos      405 - Lodos      407 - Lodos      409 - Lodos      411 - Lodos      413 - Lodos      415 - Lodos      417 - Lodos      419 - Lodos      421 - Lodos      423 - Lodos      425 - Lodos      427 - Lodos      429 - Lodos      431 - Lodos      433 - Lodos      435 - Lodos      437 - Lodos      439 - Lodos      441 - Lodos      443 - Lodos      445 - Lodos      447 - Lodos      449 - Lodos      451 - Lodos      453 - Lodos      455 - Lodos      457 - Lodos      459 - Lodos      461 - Lodos      463 - Lodos      465 - Lodos      467 - Lodos      469 - Lodos      471 - Lodos      473 - Lodos      475 - Lodos      477 - Lodos      479 - Lodos      481 - Lodos      483 - Lodos      485 - Lodos      487 - Lodos      489 - Lodos      491 - Lodos      493 - Lodos      495 - Lodos      497 - Lodos      499 - Lodos      501 - Lodos      503 - Lodos      505 - Lodos      507 - Lodos      509 - Lodos      511 - Lodos      513 - Lodos      515 - Lodos      517 - Lodos      519 - Lodos      521 - Lodos      523 - Lodos      525 - Lodos      527 - Lodos      529 - Lodos      531 - Lodos      533 - Lodos      535 - Lodos      537 - Lodos      539 - Lodos      541 - Lodos      543 - Lodos      545 - Lodos      547 - Lodos      549 - Lodos      551 - Lodos      553 - Lodos      555 - Lodos      557 - Lodos      559 - Lodos      561 - Lodos      563 - Lodos      565 - Lodos      567 - Lodos      569 - Lodos      571 - Lodos      573 - Lodos      575 - Lodos      577 - Lodos      579 - Lodos      581 - Lodos      583 - Lodos      585 - Lodos      587 - Lodos      589 - Lodos      591 - Lodos      593 - Lodos      595 - Lodos      597 - Lodos      599 - Lodos      601 - Lodos      603 - Lodos      605 - Lodos      607 - Lodos      609 - Lodos      611 - Lodos      613 - Lodos      615 - Lodos      617 - Lodos      619 - Lodos      621 - Lodos      623 - Lodos      625 - Lodos      627 - Lodos      629 - Lodos      631 - Lodos      633 - Lodos      635 - Lodos      637 - Lodos      639 - Lodos      641 - Lodos      643 - Lodos      645 - Lodos      647 - Lodos      649 - Lodos      651 - Lodos      653 - Lodos      655 - Lodos      657 - Lodos      659 - Lodos      661 - Lodos      663 - Lodos      665 - Lodos      667 - Lodos      669 - Lodos      671 - Lodos      673 - Lodos      675 - Lodos      677 - Lodos      679 - Lodos      681 - Lodos      683 - Lodos      685 - Lodos      687 - Lodos      689 - Lodos      691 - Lodos      693 - Lodos      695 - Lodos      697 - Lodos      699 - Lodos      701 - Lodos      703 - Lodos      705 - Lodos      707 - Lodos      709 - Lodos      711 - Lodos      713 - Lodos      715 - Lodos      717 - Lodos      719 - Lodos      721 - Lodos      723 - Lodos      725 - Lodos      727 - Lodos      729 - Lodos      731 - Lodos      733 - Lodos      735 - Lodos      737 - Lodos      739 - Lodos      741 - Lodos      743 - Lodos      745 - Lodos      747 - Lodos      749 - Lodos      751 - Lodos      753 - Lodos      755 - Lodos      757 - Lodos      759 - Lodos      761 - Lodos      763 - Lodos      765 - Lodos      767 - Lodos      769 - Lodos      771 - Lodos      773 - Lodos      775 - Lodos      777 - Lodos      779 - Lodos      781 - Lodos      783 - Lodos      785 - Lodos      787 - Lodos      789 - Lodos      791 - Lodos      793 - Lodos      795 - Lodos      797 - Lodos      799 - Lodos      801 - Lodos      803 - Lodos      805 - Lodos      807 - Lodos      809 - Lodos      811 - Lodos      813 - Lodos      815 - Lodos      817 - Lodos      819 - Lodos      821 - Lodos      823 - Lodos      825 - Lodos      827 - Lodos      829 - Lodos      831 - Lodos      833 - Lodos      835 - Lodos      837 - Lodos      839 - Lodos      841 - Lodos      843 - Lodos      845 - Lodos      847 - Lodos      849 - Lodos      851 - Lodos      853 - Lodos      855 - Lodos      857 - Lodos      859 - Lodos      861 - Lodos      863 - Lodos      865 - Lodos      867 - Lodos      869 - Lodos      871 - Lodos      873 - Lodos      875 - Lodos      877 - Lodos      879 - Lodos      881 - Lodos      883 - Lodos      885 - Lodos      887 - Lodos      889 - Lodos      891 - Lodos      893 - Lodos      895 - Lodos      897 - Lodos      899 - Lodos      901 - Lodos      903 - Lodos      905 - Lodos      907 - Lodos      909 - Lodos      911 - Lodos      913 - Lodos      915 - Lodos      917 - Lodos      919 - Lodos      921 - Lodos      923 - Lodos      925 - Lodos      927 - Lodos      929 - Lodos      931 - Lodos      933 - Lodos      935 - Lodos      937 - Lodos      939 - Lodos      941 - Lodos      943 - Lodos      945 - Lodos      947 - Lodos      949 - Lodos      951 - Lodos      953 - Lodos      955 - Lodos      957 - Lodos      959 - Lodos      961 - Lodos      963 - Lodos      965 - Lodos      967 - Lodos      969 - Lodos      971 - Lodos      973 - Lodos      975 - Lodos      977 - Lodos      979 - Lodos      981 - Lodos      983 - Lodos      985 - Lodos      987 - Lodos      989 - Lodos      991 - Lodos      993 - Lodos      995 - Lodos      997 - Lodos      999 - Lodos

**CADENA DE CUSTODIA / SUELOS, LODOS, BARROS Y SEDIMENTOS - CLIENTES**



N° de Documento \_\_\_\_\_

Hoja N° 02 de 03.

Grupo N° 24265 / 2018

Orden de Servicio N° 30742

Proceso N° 6708

---

**Sede CERCADO**  
 Av. República de Argentina 1859, Urb Industrial Conde  
 Teléfono : 4889500  
 SAARE Servicio al Cliente @alsglobal.com

**AREQUIPA**  
 Av Dolores N° 167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa  
 Teléfono : 054 - 424570  
 SAARE Servicio al Cliente @alsglobal.com

---

**ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:**

CLIENTE : <u>ANTHONY ALVARADO OCHOA</u> CONTACTO : <u>ANTHONY ALVARADO OCHOA</u> DIRECCION : <u>Av Tupac Amari Colquijima</u> TELEFONO : <u>979205298</u> E-MAIL : <u>aldanthonny@gmail.com</u>	1 1 1
---	-------

**FACTURAS A:**

RAZON SOCIAL : _____ DIRECCION : <u>Av Tupac Amari Colquijima</u> RUC : <u>10743341546</u> CONTACTO : _____ TELEFONO : <u>97905246</u>	1 1 1 Holder Telfos (10) 1149 Como VI Cierre LIQRE
--	---

**DATOS DEL PROYECTO:**

PROYECTO : PROYECTO DE TESTES  
 REFERENCIA : \_\_\_\_\_  
 COTIZACION : 6708 / 2018-4  
 MUESTREADO POR : ANTHONY ALVARADO OCHOA

ESTACION DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CODIGO DE LABORATORIO	Tipos Ensayos p-Plastico u-urea	Georreferencia (UTM) Precursividad
S-12	SUELO	02/05/18	11:10	219773	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-13	SUELO	02/05/18	11:35	219774	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-14	SUELO	02/05/18	12:00	219775	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-15	SUELO	02/05/18	12:30	219776	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-16	SUELO	02/05/18	13:00	219777	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-17	SUELO	02/05/18	14:40	219778	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-18	SUELO	02/05/18	15:00	219779	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-19	SUELO	02/05/18	12:20	219780	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-20	SUELO	02/05/18	11:20	219781	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-21	SUELO	01/05/18	12:00	219782	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP
S-22	SUELO	02/05/18	9:40	219783	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	PPP

OBSERVACIONES :

---

<b>DATOS DE ENVÍO (INDICADOS POR EL CLIENTE):</b> Entregado por : _____ Fecha : _____ Firma : _____ Hora (hh:mm) : _____	<b>DATOS DE RECEPCIÓN POR EL LABORATORIO:</b> Recibido en laboratorio por: <u>Luis AZUARO B.</u> Fecha : <u>11/05/18</u> Hora (hh:mm) : <u>10:03</u> Firma : _____ Revisado por : _____
---	--

---

**CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):**

En buen estado:	SI	No	Comentarios :
Recipiente apropiado:	SI	No	
Dentro del tiempo de conservación:	SI	No	
Correctamente preservadas:	SI	No	

SU = Suro      SED = Sedimento      SED MSA = Sedimento Marítimo      LD = Lodo      RE = Relave      RD = Roca



CADENA DE CUSTODIA / SUELOS, LODOS, BARROS Y SEDIMENTOS - CLIENTES

N° de Documento

Grupo N° 24265 / 2018

Hoja N° 03 de 03

Orden de Servicio N° 30742

Proceso N° 6708

Sede CERCADO Av. República de Argentina 1859, Urb Industrial Conde Telefono : 4889500 SALME.Servicio@Clientes@alsglobal.com				AREQUIPA Av Dolores N° 167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa Telefono : 054 - 424570 SAARE.Servicio@Clientes@alsglobal.com			
ENVÍAN INFORMES DE ENSAYO A:							
CLIENTE :	ANTHONY ALVARADO OCICA						
CONTACTO :	ANTHONY ALVARADO OCICA						
DIRECCIÓN :	Av. Tepel Amaru Colquijirca						
TELÉFONO :	979205298						
E-MAIL :	aldon@tonny@gmail.com						
FACTURAR A:							
RAZÓN SOCIAL :	-						
DIRECCIÓN :	Av. Tepel Amaru Colquijirca						
RUC :	10747341546						
CONTACTO :	-						
TELÉFONO :	979205298						
DATOS DEL PROYECTO:							
PROYECTO :	PROYECTO DE TESIS						
REFERENCIA :	-						
COTIZACIÓN :	6708/2018-4						
MUESTREADO POR :	ANTHONY ALVARADO OCICA						
ESTACIÓN DE MUESTREO :	TIPO DE MUESTRA :	FECHA DE MUESTREO :	HORA (aprox) :	CÓDIGO DE LABORATORIO :	Tipo Envase P-Plástico V-Vidrio Georreferencia (UTM) Profundidad		
S-23	SUELO 02/05/18	9:45	219784	0000	PPPP		
S-24	SUELO 02/05/18	10:35	219785	0000	PPPP		
OBSERVACIONES:							
DATOS DE ENVÍO (INDICADOS POR EL CLIENTE)			DATOS DE RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO				
Entregado por :			Recibido en laboratorio por: <b>Luis ARNOLD B.</b>				
Fecha :			Fecha : 11/05/18 Hora (hh:mm) : 10:03 Firma: <i>[Firma]</i>				
Hora (hh:mm) :			Revisado por :				
CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):							
En buen estado:	SI	NO	Comentarios:				
Recipiente etiquetado:	SI	NO					
Dentro del tiempo de conservación:	SI	NO					
Correctamente preservadas:	SI	NO					

14 FRETONES (12) + 180  
 (GRUPO VI)  
 CANTARDO LIBRE

PRESERVANTE

PARÁMETRO

**ANEXO N°4**

**PLANOS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA**