

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**



**Evaluación del contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos y
hortalizas regados con efluentes de planta de tratamiento de aguas
residuales - La Totorá, Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCIÓN
GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**

**PRESENTADO POR:
Bach. Zuñiga Huaman, Roni**

**ASESOR:
Dr. Zambrano Ochoa, Lurquin Marino**

**Ayacucho - Perú
2019**

Dedicatoria

A la memoria de mi Sr. Padre Fausto Zúñiga Ccorahua, que siempre me apoyó y me sigue apoyando desde el cielo en el logro de mis estudios.

A mi madre Sra. Teodosia Huamán Ramos que es mi fortaleza y mis queridos hermanos Carlos Alberto, Juan Román, Víctor y Jhon Aldry, de la misma manera a mis hermanas Mercedes, Dina, Olga y Marithza que son mi admiración.

A mi compañera de la vida Olga Livia y a mi hija Silvana Valeria que son los motivos e inspiración para alcanzar mis metas y objetivos.

Agradecimiento

A mi alma mater la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, y a los docentes de la maestría de ciencias de la ingeniería con mención en gerencia de proyectos y medio ambiente, por haberme permitido lograr concluir mis estudios de Maestría en esta especialidad.

Al Dr. Lurquín Zambrano Ochoa por su apoyo en el asesoramiento del presente trabajo de investigación.

A los señores miembros del jurado, por sus sugerencias, aportes y recomendaciones que han permitido la mejora de la tesis.

A todas las personas que de una u otra manera fueron parte en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Tabla.....	viii
Índice de Figura	ix
Índice de Anexos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	1
Capítulo I.....	3
Planteamiento del Problema	3
1.1 Fundamentación del problema	3
1.2 Formulación del Problema	4
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos de la Investigación	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.4 Hipótesis	7
1.4.1 Hipótesis general.....	7
1.4.2 Hipótesis específicas.....	7
1.5 Justificación e Importancia del Proyecto.....	7
1.5.1 Justificación de la investigación	7
1.5.2 Importancia de la investigación	8
1.6 Alcances y Limitaciones.....	9
1.6.1 Alcances.....	9
1.6.2 Limitaciones	9

Capítulo II.....	10
Marco Teórico	10
2.1 Antecedentes de la investigación.....	10
2.1.1. Antecedentes Internacionales	10
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	12
2.1.3 Antecedentes Locales	14
2.2. Bases teóricas.....	15
2.2.1 Riesgo de Metales Pesados en la Salud Humana y Animal	15
2.2.2 Impacto del Agua Contaminada con Metales Pesados en el Riego.....	17
2.2.3 El Cromo y sus Efectos en el Ecosistema y la Salud	19
2.2.4 Metales Pesados en Suelos Agrícolas.....	21
2.2.5 Cadmio y Plomo en Suelos y su Bioacumulación en Tejidos Vegetales.....	23
2.2.6 Niveles de Metales Pesados en los Cultivos de Hortalizas.....	24
2.2.7 Contenido de Cadmio y Plomo en Suelos y Plantas Irrigados con Aguas Residuales.....	25
2.2.8 Cadmio y Plomo en Importantes Fungicidas Cúpricos.....	26
2.2.9 Fitoextracción y Asimilación de Plomo y Cadmio en Suelos en Aguas Contaminadas	27
2.3 Marco Legal	30
2.3.1 Niveles Máximo de Cadmio en Alimentos de Países de la Unión Europea	30
2.3.2. Límites Máximos Permisibles de Aguas Residuales para Plantas de Tratamiento Domésticas o Municipales	30
2.3.3 Estándares de Calidad Ambiental del Suelo (ECA) Aprobadas	30
2.3.4 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias	31
2.4 Definición de términos.....	31
2.4.1 Plomo	31
2.4.2 Cromo.....	32

2.4.3 Cadmio	32
2.4.4 Cultivo	33
2.4.5 Suelo	33
2.4.6 Aguas Efluentes	33
Capítulo III.....	35
Metodología de la Investigación.....	35
3.1 Área de Estudio.....	35
3.1.1 Ubicación del área de estudio	35
3.1.2. Características de las Zonas de Muestreo	39
3.2 Tipo y Nivel de Investigación	40
3.3 Diseño de la Investigación	41
3.4 Variables e indicadores.....	41
3.4.1 Variables Independientes	41
3.4.2 Indicadores de variables independientes	41
3.4.3. Variables dependientes.....	41
3.4.4. Indicadores de variables dependientes.....	42
3.5 Población y Muestra.....	42
3.5.1 Sistema de Muestreo y Toma de Datos	42
3.6 Operacionalización de Variables.....	45
3.7 Procesamiento y Análisis de Datos.....	47
3.8 Descripción del Análisis de Datos.....	48
3.8.1 Descripción del Análisis de Agua	48
3.8.2 Descripción del Análisis de Suelo Agrícola, Espinaca Y Lechuga	49
Capítulo IV	50
Resultados y Discusión.....	50
4.1 Determinación De Metales Por ICP- MS En Agua De Riego.....	50
4.2 Determinación de Metales por ICP- MS en Suelos Agrícolas.....	51

4.3 Determinación de Metales por ICP- MS en Lechuga y Espinaca	52
4.4 Análisis Estadístico de Cadmio, Cromo y Plomo	54
4.4.1 Análisis estadístico de cadmio	54
4.4.2 Análisis Estadístico de Cromo.....	56
4.4.3 Análisis estadístico de plomo	57
4.5 Análisis Comparativo de los LMP de los Metales con las Normas Nacionales e Internacionales.....	60
4.5.1 Contenido de cadmio, cromo y plomo en agua de riego.....	60
4.5.2. Contenido de cadmio, cromo y plomo en suelo agrícola	62
4.5.3 Contenido de cadmio en lechuga y espinaca.....	66
4.6 Discusión.....	67
Capítulo V	72
Conclusiones y Recomendaciones	72
5.1 Conclusiones.....	72
5.2 Recomendaciones	73
VI. Referencias Bibliográficas	74
VII. Anexos.....	80

Índice de Tabla

Tabla 1 <i>Muestras de agua de los Efluentes del PTAR Totorilla (Variable independiente)</i>	45
Tabla 2 <i>Concentración de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas (Variable dependientes)</i>	46
Tabla 3 <i>Concentración de plomo, cromo, cadmio en espinaca y lechuga (variables dependientes)</i>	47
Tabla 4 <i>Resultado análisis de Cd, Cr y Pb en agua para riego</i>	50
Tabla 5 <i>Resultado análisis de Cd, Cr y Pb en suelos agrícolas</i>	51
Tabla 6 <i>Resultado del análisis de Cd, Cr y Pb en hortalizas (lechuga y espinaca)</i>	53
Tabla 7 <i>Resultado del análisis descriptiva de la cantidad de cadmio en agua, suelo y hortalizas</i>	54
Tabla 8 <i>Resultado del análisis de correlación de la cantidad de cadmio en agua, suelo y hortalizas</i>	55
Tabla 9 <i>Resultado del análisis descriptiva de la cantidad de cromo en agua, suelo y hortalizas</i>	56
Tabla 10 <i>Resultado del análisis de correlación de la cantidad de cromo en agua, suelo y hortalizas</i>	56
Tabla 11 <i>Resultado del análisis descriptiva de la cantidad de plomo en agua, suelo y hortalizas</i>	57
Tabla 12 <i>Resultado del análisis de correlación de la cantidad de plomo en agua, suelo y hortalizas</i>	58

Índice de Figura

Figura 1 <i>Ubicación de los puntos de muestreo del agua de riego</i>	36
Figura 2 <i>Ubicación de los puntos de muestreo de los suelos agrícolas</i>	37
Figura 3 <i>Ubicación de los puntos de muestreo de la lechuga y espinaca</i>	38
Figura 4 <i>Temperatura y precipitaciones diarias del mes de enero del 2019</i>	40
Figura 5 <i>Obtención de la muestra de agua</i>	43
Figura 6 <i>Obtención de la muestra de suelo agrícola</i>	44
Figura 7 <i>Obtención de la muestra de espinaca</i>	45
Figura 8 <i>Resultado comparativo del análisis de Cd Vs ECA de agua para riego de vegetales</i>	60
Figura 9 <i>Resultado comparativo del análisis de Cr Vs ECA de agua para riego de vegetales</i>	61
Figura 10 <i>Resultado comparativo del análisis de Pb Vs ECA de agua para riego de vegetales</i>	62
Figura 11 <i>Resultado comparativo del análisis de Cd Vs ECA de suelo agrícola</i>	63
Figura 12 <i>Resultado comparativo del análisis de Cr Vs ECA de suelo agrícola</i>	64
Figura 13 <i>Resultado comparativo del análisis de Pb Vs ECA de suelo agrícola</i>	65
Figura 14 <i>Resultado comparativo del análisis de Cd Vs Contenido maximo en lechuga según la unión Europea</i>	66
Figura 15 <i>Resultado comparativo del análisis de Cd Vs Contenido maximo en espinaca según la unión Europea</i>	67

Índice de Anexos

Anexo 1. <i>Ubicación de la investigación</i>	80
Anexo 2. <i>Reglamento (CE) N° 1881/2006</i>	83
Anexo 3. <i>Limites máximos permisibles para los efluentes del PTAR</i>	85
Figura 4. <i>Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Para Suelo</i>	86
Anexo 5. <i>Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales</i>	87
Anexo 6. <i>Certificado de acreditación de los laboratorios por INACAL</i>	89
Anexo 7. <i>Certificado de calibración del equipo espectroscopia inductivamente acoplado con detector de masas</i>	90
Anexo 8. <i>Resultado del análisis de las muestras de agua</i>	95
Anexo 9. <i>Resultado del análisis de las muestras de suelo</i>	81
Anexo 10. <i>Resultado del análisis de las muestras de hortalizas</i>	110
Anexo 11. <i>Análisis de caracterización de suelo agrícola</i>	118
Anexo 12. <i>Panel fotográfico de las actividades realizadas durante la ejecución de la tesis</i>	119

Resumen

La contaminación del agua es un problema constante en diferentes partes del mundo, la provincia de Huamanga no es la excepción, un claro ejemplo son los PTAR de Totorilla, cuyos efluentes llegan al río Alameda, a la vez que estas fuentes hídricas irrigan los valles de Muyurina y Chacco, en estos valles se producen hortalizas que alimentan a la población de la ciudad de Ayacucho.

El plomo, cadmio y cromo están presentes en diferentes suelos contaminados, estos minerales son conocidos por ocasionar reacciones adversas en el metabolismo del ser humano ya que esta compite con el hierro, cobre, zinc, manganeso y selenio en los sistemas biológicos, entonces nace el objetivo de determinar el contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR de Totorilla: para conocer si los alimentos que consumimos son nocivos para la salud humana.

Es así que se han tomado muestras de hortalizas como la lechuga y espinaca, de estas zonas afectadas con el fin de determinar la cantidad de plomo, cadmio y cromo presente en nuestros suelos y fueron analizadas por el método EPA 6020A 2007 por inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS), cuyos resultados del análisis de Cd, Cr y Pb en suelos y efluentes estuvieron por debajo del límite máximo permisible de los Estándares de Calidad Ambiental y el resultado del análisis de Cd en espinaca se encuentra por encima del LMP y que existe una escasa correlación inversa de Pearson de -0.333% entre el agua y hortalizas en el contenido de cadmio y una muy buena correlación inversa de Pearson de -0.954% entre el agua y suelo en el contenido de plomo.

Abstract

Water contamination is a constant problem in different parts of the world, the province of Huamanga is no exception, a clear example is the Totorilla WWTP, whose effluents reach the Alameda river, while these water sources irrigate the valleys of Muyurina and Chacco, in these valleys vegetables are produced that feed the population of the city of Ayacucho.

Lead, cadmium and chromium are present in different contaminated soils, these minerals are known to cause adverse reactions in the metabolism of the human being since it competes with iron, copper, zinc, manganese and selenium in biological systems, then the objective of determining the content of lead, chromium and cadmium in agricultural soils and vegetables (lettuce and spinach) irrigated with effluent water from the Totorilla WWTP: to find out if the food we consume is harmful to human health.

Thus, samples of vegetables such as lettuce and spinach have been taken from these affected areas in order to determine the amount of lead, cadmium and chromium present in our soils and they were analyzed by the EPA 6020A 2007 method by inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS), whose results of the analysis of Cd, Cr and Pb in soils and effluents were below the maximum permissible limit of the Environmental Quality Standards and the result of the analysis of Cd in spinach is above the LMP and that there is a poor Pearson inverse correlation of -0.333% between water and vegetables for cadmium content and a very good Pearson inverse correlation of -0.954% between water and soil for lead content.

Introducción

Los metales pesados en grandes concentraciones en los alimentos son dañinos para el organismo humano, por tal razón las organizaciones internacionales han propuesto como límite tolerable medio en la ingestión diaria normal de la dieta (IDD), la cual es 70 μg por semana, además, el agua potable sólo debe contener 1 μg de cadmio por litro. (Acosta et al., 2009). Según Córdova (2019) la presencia de metales pesados en los alimentos de origen vegetal se debe generalmente al suelo y al agua utilizada para el riego de los efluentes del PTAR Totorilla. Es así que nace la pregunta ¿Cuál es el contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de La Totorilla? y el objetivo general de la investigación es determinar el contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totorilla.

Para la presente investigación la población estuvo constituida por muestras de aguas efluentes del PTAR Totorilla, hortalizas (lechuga y espinaca) y suelos agrícolas del sector totorilla. El muestreo de aguas efluentes se realizó durante el riego que estuvo constituido por 4 unidades de muestra; en cuanto a hortalizas estuvo conformada por 4 unidades de muestras la cual, se realizó en el momento de la cosecha e igualmente el suelo agrícola fue conformado por 4 unidades de muestras que se realizó durante la cosecha comercial de las hortalizas. Los muestreos se realizaron al azar mediante un muestreo aleatorio simple.

La determinación de los metales pesados (plomo, cromo y cadmio) se obtuvo en los laboratorios SGS DEL PERÚ S.A.C y CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A que son acreditada por INACAL y fueron las encargadas de realizar el análisis de metales

pesados en agua utilizando el método EPA 200.8 (determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – masa espectrometría) y en suelos, hortalizas (lechuga y espinaca) utilizando el método EPA 6020A 2007 (ICP-MS)

De acuerdo a los resultados de los laboratorios el contenido de plomo, cadmio y cromo en efluentes y suelos agrícolas están por debajo del límite máximo permisible de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y el resultado del análisis del Cd en la espinaca se encuentra por encima del LMP. El presente trabajo de investigación tiene la siguiente estructura:

Capítulo I: Planteamiento del problema. Donde se plantea la identificación y formulación del problema, objetivos de la investigación, hipótesis y la justificación.

Capítulo II: Marco Teórico. Que menciona los antecedentes de la investigación, teorías y enfoques, marco legal y el marco conceptual.

En el Capítulo III: Metodología de la investigación; se describe sobre los materiales y métodos utilizados para la realización de la investigación.

Capítulo IV: Resultados y Discusión, se realiza la discusión de los resultados de la investigación y contraste con los resultados de otras investigaciones.

En el Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones; se describe las conclusiones de la investigación.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1.1 Fundamentación del problema

Debido a que los metales pesados se han utilizado con diferentes usos en las industrias desde hace cientos de años, en niveles peligrosos estos elementos están presentes en el medio ambiente. Dos de los metales más peligrosos son el cadmio y el plomo, que provocan diversas afecciones médicas en los seres humanos. (Lara et al., 2015).

La contaminación del agua por metales pesados antropogénicos y de origen natural tiene un impacto drástico en la seguridad alimentaria y la salud pública. (EFSA, 2015 y Huang et al., 2014, citado en Reyes et al., 2016).

Un problema que causa la presencia de los metales pesados en los suelos agrícolas son las alteraciones como el cambio del pH, también la disponibilidad de nutrientes, esto a la vez causaría una deficiente absorción de nutrientes por las plantas y fitotoxicidad (Loyde et al., 2022).

Otro problema es a la salud humana; la presencia de los metales pesados como el plomo, cadmio se encuentran relacionados con las enfermedades renales

crónicas (ERC), estas enfermedades se encuentran relacionadas a niveles altos de estos minerales, siendo los residuos industriales una de las fuentes principales de contaminación (Polo y Sulca, 2018).

Los efectos sobre la salud humana va depender del tipo de elemento que ha ingresado al cuerpo, la cantidad y la frecuencia de consumo (Loyde et al., 2022).

Estudios recientes han reportado la presencia de metales pesados y metaloides como cromo (Cr), cadmio (Cd), zinc (Zn), arsénico (As), mercurio (Hg), plomo (Pb) y níquel (Ni) en plantas hortícolas como brócoli, papa lechuga, repollo y calabaza. (Singh et al., 2010 y Chen et al., 2013, como se citó en Reyes et al., 2016).

1.2 Formulación del Problema

El suelo es importante porque regula la vida en el planeta, una de las principales funciones que cumple el suelo; es en la agricultura porque provee a las plantas los nutrientes. En resumen la presencia de metales pesados se puede dar de forma natural y por actividades antropogénicas como es el uso de lodos residuales en los suelos agrícolas, aunque esta práctica también provee al suelo de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, etc. también es una fuente de contaminación (Loyde et al., 2022).

Los alimentos, como: los vegetales, los frutos, las semillas, los granos: el café, el germen de trigo, el té y el arroz, pescados, los crustáceos y los moluscos, representan una fuente importante de cadmio. Organizaciones internacionales han propuesto como límite tolerable medio en la ingestión diaria normal con la dieta (IDD) de 70 µg por semana, además, el agua potable sólo debe contener 1 µg de cadmio por litro. (Acosta et al., 2009).

Ayacucho cuenta con una planta de tratamiento de agua residual conocida como PTAR Totora , sus efluentes irrigan los valles del río Alameda y Chacco, una parte de los cultivos son verduras y estas son comercializadas en el mercado de la ciudad de Ayacucho para consumo humano, estas aguas residuales no tiene la calidad sanitaria para el riego de vegetales (Véliz et al., 2018).

En la investigación titulada “Efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales totora y la contaminación de las hortalizas por metales pesados en la comunidad de Totora-Ayacucho 2017-2018”, de acuerdo a los resultados obtenidos se menciona que los niveles de cromo y plomo en rabanito; cadmio y cromo en espinaca y cromo en lechuga están por encima de los límites máximos permisibles (Córdova, 2019).

Es así que se plantea definir si las hortalizas producidas en estos valles son dañinas para la salud humana o inocuas.

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál es el contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales La Totora?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el contenido de plomo en los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales La Totora?

- ¿Cuál es el contenido de cromo en los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales La Totorá?
- ¿Cuál es el contenido de cadmio en los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales La Totorá?

1.3 Objetivos de la Investigación

Por los motivos señaladas y el propósito de evaluar la cantidad de Cr, Pb y Cd el presente trabajo de investigación se ha desarrollado teniendo los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo general

- Determinar el contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totorá.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el contenido de plomo de los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totorá.
- Determinar el contenido de cromo de los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totorá.
- Determinar el contenido de cadmio de los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totorá.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

- Los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totora, presenta una alta concentración de plomo, cromo y cadmio.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Presenta una alta concentración de plomo de los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totora.
- Presenta una alta concentración de cromo de los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totora.
- Presenta una alta concentración de cadmio de los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totora.

1.5 Justificación e Importancia del Proyecto

1.5.1 Justificación de la investigación

De acuerdo a los resultados de los laboratorios el contenido de plomo, cadmio y cromo en efluentes y en suelos agrícolas están por debajo del límite máximo permisible de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), y en espinaca el cadmio se encuentra por encima del LMP. Los resultados obtenidos deberán considerar los entes reguladoras en temas ambientales y los productores de cultivos agrícolas de la zona

de investigación que tendrán la obligación de remediar y mantener el grado de concentración de plomo, cadmio y cromo de los suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y hortaliza), utilizando tecnologías como la fitoextracción que es una técnica que se utiliza por su bajo costo y de esta manera garantizar productos agrícolas con metales pesados por debajo de los límites permisibles según las normas peruanas y europeas establecidas.

1.5.2 Importancia de la investigación

La investigación realizada, nace del interés de los consumidores de hortalizas y mi persona, en conocer la concentración de plomo, cadmio y cromo en suelo, agua y hortalizas (lechuga y espinaca).

Como menciona Véliz et al. (2018), la producción de hortalizas con el agua proveniente de los ríos Alameda y Chacco son consumidos en toda la ciudad de Ayacucho y es aquí que PTAR Totorilla descarga sus aguas residuales.

Por lo tanto la población afectada aproximadamente es de 254, 626 personas provenientes de los distritos de Jesus Nazareno, San Juan Bautista, Andres Avelino Cáceres, Carmen Alto y Ayacucho (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

Al determinar el grado de contaminación de los metales pesados como el (Cadmio, Plomo y Cobre) estaríamos aportando conocimiento sobre la seguridad alimentaria de la población mencionada.

1.6. Alcances y Limitaciones

1.6.1 Alcances

El alcance de la investigación se centra en la población de toda la ciudad de Ayacucho quienes son los consumidores de las hortalizas producidas en los valles del río Alameda, cuyas aguas se encuentran contaminados por los efluentes del PTAR Totorilla. Por tal razón se obtuvo cuatro muestras de cada variable del agua se tomó de diferentes puntos como efluentes del PTAR totorilla, del río Alameda, dos muestras de canales de riego, la cantidad aproximada de la muestra fue de 150 ml, En cuanto al suelo se tomaron al azar de campos agrícolas de acuerdo a los muestreos en zigzag en una proporción de 0.5 kg por muestra y hortalizas también en zigzag, las hortalizas se escogió la lechuga y espinaca por ser las más representativas.

1.6.2 Limitaciones

El valle donde se realizó el estudio cuenta con diferentes cultivos, por tal razón se tomaron plantas representativas, cada cultivo tiene diferente captación de nutrientes, por lo tanto, algunos cultivos son capaces de acumular mayor cantidad de metales pesados.

Otra limitación son los metales pesados que se utilizó para muestrear se utilizaron tres minerales como el cadmio, cobre y plomo por ser los más dañinos a la salud humana. Pero según Loyde et al., (2022) existen más metales pesados como el cromo, mercurio, níquel y zinc presentes en suelos agrícolas contaminados por acción del hombre al utilizar productos residuales.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Ramírez y Navarro (2015) en la Revista Ciencia en Desarrollo, “Análisis de metales pesados en suelos irrigados con agua del río Guatiquía” manifiesta que la concentración media obtenida para las muestras correspondientes a las muestras de verano fue de $15,11 \pm 1,16$ mg/kg de suelo, mientras que la concentración media obtenida para las muestras de invierno fue significativamente diferente de los resultados obtenidos para $14,52 \pm 1,23$ mg/kg de suelo. Estos valores son inferiores a los valores permitidos en la lista holandesa. El valor permisible de plomo en esta lista es de 85 mg/kg de suelo, se deduce que el suelo en estudio no estaba contaminado con este metal.

Por otra parte, según Martí et al., (2009) Universidad Nacional de Cuyo en la investigación “Monitoreo de cadmio y plomo en los principales fungicidas cúpricos comercializados en Mendoza, Argentina” revelaron un aumento significativo en el uso de fungicidas durante el último período agrícola; el análisis estadístico de los datos arrojó los siguientes resultados, el valor promedio de oxiclورو fue de 207,17 mg/kg, y

el 33,3% de las muestras superó el valor permisible de plomo. Para sulfato, el promedio fue de 63,06 mg/kg, y ninguna muestra superó el límite máximo. La presencia de cadmio se expresó como 2,64 mg/kg y 1,53 mg/kg de oxiclورو de cobre y sulfato de cobre, respectivamente.

En el estudio boliviano Chambi et al. (2017), en la Universidad Mayor de San Andrés en su estudio “Evaluación de la presencia de metales pesados en suelo agrícola y cultivos en tres microcuencas del municipio de Poopo” con el objetivo determinar la presencia de metales pesados (Pb, Cd, Zn y As) en suelos agrícolas y cultivos representativos en tres microcuencas dieron como resultado que (Pb y Cd) se acumularon más, indicando que el contaminante plomo en productos agrícolas como el haba (VM6H) excedió el nivel permisible (5 mg/kg), los productores de haba y papa de la microcuenca Coriviri tenían cantidades de arsénico por encima del límite máximo permisible (1,7 mg/kg) , la parte somera de las microcuenca Poopo (comunidades Kesu, Qesuni y Puñaca) presentó mayor acumulación de As, considerando que esta parte está asociada directa e indirectamente por los residuos contaminantes de la actividad minera que se ubican en la parte media y baja de la microcuenca, es así que concluyó sobre las concentraciones totales de As, Pb, Cd y Zn en el suelo agrícola de la zona baja de la microcuenca Poopó (Poopó Viejo) excedieron los límites máximos permisibles debido al proceso de contaminación de inundación por relaves mineros respecto los campos de trigo, cebada, pero no de papa; las partículas en esta parte provienen de minas que están expuestas a condiciones climáticas muy similares en el área debido al viento y al agua.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Astete et al. (2014) manifiesta en la Revista Perú de Medicina experimental en su investigación “niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en las Bambas, Perú 2010” con el objetivo de determinar las concentraciones de metales pesados se realizó muestreo de agua, suelo, aire en la zona también se sacaron muestra de orina y sangre para el análisis de metales y mediante el análisis inferencial con prueba T student se llegó a los siguientes resultados; en los tres distritos se identificó que la media de Pb en sangre como de As y Hg en orina, no son mayores a los rangos permisibles, con excepción del cadmio en orina, que alcanzó valores máximos en el distrito de Haquira con 3,2 µg/L., también se halló un descenso significativo ($p=0,002$ y $p=0,001$) de las cantidades de Pb en la sangre de los distritos de Progreso y Haquira respectivamente, lo contrario se dio de en la zona Chalhahuacho donde disminuyo no significativamente ($p=0,824$); en el caso de As disminuyó en promedio de los niveles de orina en comparación al resultado dado en los tres distritos del año 2005 ($p=0,001$). Sin embargo, la media de valores del cadmio en la orina aumentó en los tres distritos comparados al año 2005 ($p=0,001$), excediendo lo permitido. En cuanto a la población con niveles anormales de metales pesados, el 100% de la población en los distritos intervenidos presentó niveles anormales de cadmio en orina con respecto a los niveles obtenidos en 2005. Además, los niveles medios de mercurio (Hg) en la orina aumentaron en 2010. pero no superó el valor referencial, pero se dio la disminución porcentual de la población con un nivel anormal en el mismo año. Por lo tanto, el autor concluye que esto se debería a la actividad de exploración minera; pues las concentraciones de cadmio, cobre, cromo, plomo zinc, arsénico y mercurio se

encuentran por debajo del límite permisible del D.S. 002-2008 – MINAN y D.S. 031-2010-SA.

Por otra parte Madueño (2017) Universidad Nacional Mayor de San Marcos en la tesis titulada “Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana” con el objetivo de determinar la concentración de plomo y cadmio en lechuga distribuidos en Lima Metropolitana empleó la espectrofotometría de absorción atómica para establecer el análisis de trazas de metales pesados cuyos resultados fueron, que el contenido de plomo en lechuga (*Lactuca sativa*) promedió 1,279 ppm, el contenido de cadmio en lechuga (*Lactuca sativa*) promedió 0,084 ppm, y en las lechugas estudiadas, el 40% de la concentración de plomo superó el nivel máximo de la OMS (0,3 ppm), y cadmio. El 12,5% de las verduras seleccionadas excede el nivel máximo fijado por la OMS (0,2 ppm) por lo tanto concluye que las ciudades de Lima Metropolitana se encuentran expuestas a metales pesados.

Cossío (2015) Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en la tesis de maestría titulada “Contaminación por plomo y cadmio del río Apurímac –VRAE” con el objetivo determinar el grado de contaminación por plomo y cadmio del Río Apurímac en 2014, se realizaron muestreos aleatorios y mediante espectrofotómetro de absorción atómica se obtuvieron los resultados. Las 3 estaciones de muestreo, la concentración promedio de plomo en el río Apurímac en 2014 fue de 0,0107 mg/L, la más baja estuvo por debajo de 0,001 mg/L y la más alta fue de 0,031 mg/L. Con la presencia de lluvia, la concentración de plomo aumentó. La tendencia de concentración más alta de plomo en el río Apurímac fue en la estación RA-01, que fue de 0.01125 mg/L, mientras que la tendencia de concentración más baja se presentó en la estación RA-02, que fue de 0.00525 mg/L. De las 3 estaciones de muestreo, el

contenido promedio de cadmio en el Río Apurímac el 2014 fue de 0.001 mg/L. disminuyendo con respecto a lo obtenido el 2000, en los ríos de la cuenca del Río Apurímac. Por lo tanto, concluye que el agua del Río Apurímac puede ser utilizado para riego en suelos agrícolas y que la mayor fuente de contaminación de plomo se da por uso de agroquímicos, insumos utilizados en el narcotráfico y yacimientos mineros producidas en las cuencas altas.

2.1.3 Antecedentes Locales

En la tesis doctoral Cordova, (2019) en Universidad Nacional Federico Villareal en su investigación titulado “Efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales totora y la contaminación de las hortalizas por metales pesados en la comunidad de Totorá-Ayacucho 2017-2018”, con el objetivo de determinar en qué medida los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales inciden en la contaminación de las hortalizas por metales pesados en la comunidad de Totorá; se utilizó el Diseño experimental de parcelas en DBCA, con permutaciones factoriales 2Fx3E; se cultivaron tres hortalizas: lechuga, espinaca y rábano, regadas con dos fuentes de agua, efluente del PTAR y agua provista por la comunidad de Totorá (caños de agua) hasta la madurez requerida por cada vegetal, cuyos resultados fueron; el contenido de metales pesados plomo, cromo y cadmio en vegetales se determinó por el método ICP-OES. El resultado es sobre la absorción de cadmio en hortalizas regadas con agua del grifo en espinaca es de 0,42 mg/Kg, por encima del límite permisible; lechuga 0,176 mg/Kg, ligeramente inferior al límite permitido; rábano < 0,10 mg/Kg, inferior al límite permitido. La absorción de cromo por las hortalizas regadas con aguas residuales fue: lechuga 2,63 mg/kg, por encima de los límites permisibles; espinaca 1,04 mg/kg por encima del límite, rábano 1,00 mg/kg por encima del límite. Para vegetales regados con aguas residuales, el valor de absorción de plomo excede el

límite máximo permisible. Por lo tanto, concluye que los efluentes de PTAR Totorilla influye de manera diferente en la contaminación de metales pesados. Se recomiendan estudios en otros vegetales por el contenido de cromo y plomo de los rábanos; la cantidad de cadmio y cromo en las espinacas y el cromo en la lechuga es mayor que los límites máximos permisibles.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Riesgo de Metales Pesados en la Salud Humana y Animal

Las principales fuentes de cadmio para la mayoría de los organismos son los alimentos y el agua. (Rogers et al., s.f., como se citó en Londoño et al., 2016)

Las pequeñas partículas de cadmio se absorben a través del tracto respiratorio, especialmente entre las personas que trabajan en las fábricas industriales del cadmio y están expuestas al humo del tabaco. (Hernández, s.f., como se citó en Londoño et al., 2016)

En animales, el rango de absorción es muy diverso, pero menor que en humanos. Las especies herbívoras acumulan la mayor cantidad de cadmio, los alimentos altos contenidos de fibra como los cereales, las verduras y las papas ayudan a aumentar la ingesta de cadmio. (Dickson, s.f., citado por Londoño et al., 2016).

La OMS establece que la manifestación y gravedad de los cambios, síntomas y signos en el organismo están relacionados con la cantidad de cadmio, la duración de la exposición y la ruta de entrada. Anemia por exposición crónica, cálculos renales, insuficiencia renal, osteoporosis, hipertensión, osteomalacia, trastornos respiratorios, trastornos neurológicos (dolor de cabeza, mareos, trastornos del sueño, parálisis, temblores, contracciones musculares involuntarias, sudoración), pérdida de peso y

pérdida de apetito y pérdida pulmonar, cáncer de próstata. La intoxicación aguda puede causar neumonía y edema pulmonar, dolor abdominal, gastroenteritis, náuseas, vómitos, diarrea, insuficiencia renal y, en última instancia, anomalías cromosómicas, teratogenicidad y defectos congénitos. Puede acumularse en los riñones (túbulos renales) hasta por 30 años. (Londoño et al., 2016)

En un centro de inseminación, el ganado alimentado con una dieta alta en cadmio mostró: pérdida de apetito, anemia hemolítica, debilidad, perjuicio en el peso, reducción de libido y trastornos de queratosis de uñas y cuernos. Altas dosis de cadmio (50-100 ppm) en la alimentación de ovinos y bovinos durante 49 semanas provocaron abortos y mortinatos o muerte al nacer con anomalías congénitas. (Goodman y Gilman, s.f., como se citó en Londoño et al., 2016)

La ingesta de Pb es un peligro considerable para la salud pública; causa retardo mental e intelectual en los infantes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares en las personas mayores. El envenenamiento es causado por la ingesta casual de compuestos de plomo o por el consumo de animales que consumen alimentos que contienen plomo de áreas contaminadas. (Agencia para el Control de Sustancias Tóxicas Enfermedades, 2011., como se citó en Londoño et al., 2016)

La ingesta oral de plomo es de aproximadamente el 10 % en adultos y puede aumentar hasta el 50 % en niños. El plomo asimilado es similar al calcio y se distribuye a los riñones, el hígado, el cerebro y los huesos. Los mayores depósitos de plomo se encuentran en el sistema óseo hasta los 20 años; interfiere con la acción del calcio, reduce la síntesis de hemoglobina y ocasiona daño a los nervios. (Programa Internacional de Seguridad Química [PISQ], s.f., como se citó en londoño et al., 2016)

Los daños ocasionados por plomo se relacionan con la infertilidad y la muerte neonatal en humanos. En animales, se demostró que es nocivo para las células germinales y que aumenta las concentraciones de plomo en la sangre de la madre, lo que acorta el embarazo y el peso al nacer de la descendencia. (Tavakoly, et al., s.f., como se citó en Londoño et al., 2016)

La presencia de metales pesados en el medio ambiente y en los alimentos puede causar todo tipo de intoxicaciones, provocar daños irreversibles en la salud humana y animal, teratogenicidad grave, cáncer e incluso la muerte. Es importante considerar que una alta concentración de metales pesados en los organismos altera los procesos bioquímicos y fisiológicos que provocan diversas patologías. Además, antes de que sea demasiado tarde, las personas deben prestar atención a la protección del medio ambiente y la protección contra el enemigo silencioso "metales pesados", por lo que es urgente reducir la concentración de metales pesados en la industria, la minería y la agricultura. (Londoño et al., 2016).

2.2.2 Impacto del Agua Contaminada con Metales Pesados en el Riego

Al realizar el estudio en el río Atoyac, se caracterizó por ser alcalino en la mayoría de los recorridos, especialmente durante la estación seca, cuando recibiría altas concentraciones de sólidos solubles provenientes de la liberación de aguas residuales (primordialmente de áreas industriales) en San Martín Texmelucan, Moyotzingo y la ciudad de Puebla. Los metales pesados solubles, excepto de Mn en todo el río y Cr y Cd solo en los dos últimos lugares de monitoreo, se encontraron en menores cantidades. Aunque no superen el límite máximo permisible de agua de riego, su concentración en el suelo es potencialmente un riesgo para los cultivos que son parte de la cadena alimentaria. Si bien las aguas residuales benefician al suelo al

agregar materia orgánica, fósforo y nitrógeno, también existen efectos perjudiciales, como la acumulación de sales y metales pesados, que son más pronunciados en las arcillas. (Mendez et al., 2000)

En cuanto a los metales pesados extraíbles, aunque no existen estándares sobre su grado de intoxicación para el cultivo, los niveles de estos metales pesados, especialmente plomo y cadmio, son llamativos en la mayor parte de los lugares y están asociados con los niveles más altos de limo, arcilla y materia orgánica en el suelo. En cuanto al contenido total de metales pesados, se determinó en todos los sitios el Cr total en la cantidad fitotóxica según el criterio de varios autores. Se encontró que los sitios 1, 4, 12, 13, 14 (testigo) y 15 tenían niveles excesivos de cadmio; mientras que el nivel de Pb en los sitios 9, 13 y 14 (testigo) fue superior al permisible. La situación también puede estar relacionada con el uso intenso de fertilizantes químicos de fosfatos. Los problemas actuales en el área de análisis por el riego con aguas servidas, son similares a los que se presentan en el Valle de Mezquita de Hidalgo, ya que el pH alcalino del suelo de la zona favorece la deposición de metales tóxicos como Cd, Pb y Cr. Aunque el riesgo de disolución de estos metales puede reducirse hasta el punto en que el suelo permanezca alcalino. (Mendez et al., 2000)

Cadmio: Efectos Sobre la Salud y el Medio Ambiente

El cadmio es un elemento no biodegradable que se acumula en el medio ambiente y es tóxico para las personas debido a su uso generalizado en innumerables aplicaciones. En el cuerpo humano afecta principalmente órganos blancos como riñón, hígado y pulmón, y sus vías de absorción son: oral, respiratoria y cutánea, resultando en hepatotoxicidad, nefrotoxicidad, neurotoxicidad, teratogenicidad y cambios en el

aparato reproductor masculino y femenino. Este metal produce una toxicidad similar al plomo y tiene propiedades que rara vez se estudian, sin embargo, los resultados obtenidos de estudios con animales de laboratorio permitieron determinar el mecanismo de su toxicidad. (Acosta et al., 2009)

Ante los problemas ambientales, se requieren campañas educativas de prevención, inventariando las fuentes industriales de emisión, facilitando su inspección y ofreciendo a los trabajadores estrategias de seguridad laboral. El riesgo de acumulación de contaminantes en el suelo y los cultivos debido a los agroquímicos, las actividades industriales o la contaminación ambiental ha despertado la alarma en muchos países del mundo. En particular, el cadmio es absorbido por plantas en suelos contaminados y entra en la cadena alimentaria. (Kozlowaska, et al., s.f. cómo se citó en Acosta et al., 2009)

2.2.3 El Cromo y sus Efectos en el Ecosistema y la Salud

Los efectos nocivos del cromo sobre la salud dependen, entre otras cosas, de la valencia del elemento en contacto y de la solubilidad de la sustancia. Las únicas formas toxicológicamente importantes son el cromo hexavalente y trivalente. La exposición a corto plazo al cromo trivalente puede causar irritación ocular mecánica y respiratoria. La tos es causada por la inhalación. El cromo (VI) es nocivo para la salud del ser humano, principalmente para quienes trabajan en la industria metalúrgica y de textilera. Las personas que fuman también están expuestas a este elemento. Sabemos que el cromo (VI) ocasiona alteraciones en la salud: cuando está presente como componente en productos para dermis, puede ocasionar alergias como erupciones en la piel; El cromo (VI) puede ocasionar irritaciones de la nariz y sangrado cuando se inhala. Otros daños a la salud ocasionado por el cromo (VI) son también:

inflamaciones, malestar estomacal y úlceras, problemas nasales, baja la capacidad del sistema inmunológico, daño renal y hepático, cambios genéticos, cáncer de pulmón y muerte. (Emsley, 2001 y Wright, 2003, como se citó en Molina et al., 2010)

En el ambiente acuático, el Cr6 generalmente lo encontramos en forma de solución y muy estable como para ser transportado por el agua. Aunque, finalmente se convierte en Cr3 por medio de la reducción de especies como la materia orgánica, el sulfuro de hidrógeno, el azufre, el sulfuro de hierro, el amonio y el nitrito. Generalmente, esta forma trivalente no viaja de manera significativa, pero rápidamente se asienta y se incorpora en fragmentos suspendidos y sedimentados del fondo acuático. Se ha demostrado que se acumulan en varios seres acuáticos, principalmente en peces de fondo como el bagre (*Ictalurus nebulosus*), crustáceos como las ostras (*Crassostrea virginica*), mejillones (*Mytilus edulis*) y mejillones blandos.

En el suelo, el Cr3 está relativamente inmovilizado debido a la alta capacidad de adsorción del suelo, mientras que el Cr6 es muy inestable. Las reacciones redox afectan su biodisponibilidad y toxicidad. El proceso oxidativo puede suceder en presencia de óxidos de hierro y magnesio, en suelo fresco y húmedo (anaeróbico) y en situaciones ligeramente ácidas. El proceso REDOX puede ocurrir en presencia de sulfuros y hierro (II) y se acelera en presencia de materia orgánica. Por lo tanto, mientras Cr3 es un micronutriente primordial para los animales (en dosis bajas), Cr6 no es primordial y es tóxico en bajas concentraciones; entonces, las actividades humanas que liberan Cr3 deben controlarse. Incluso si entra al medio ambiente, no hay garantías de que se mantenga en este estado químico. Por ejemplo, la eliminación de desechos de curtiduría que contienen Cr3 junto con otros desechos industriales ácidos o aguas residuales durante la descomposición crea condiciones ácidas que pueden convertir Cr3 en Cr6. (Lenntech, 2008, como se citó en Chavez, 2010).

2.2.4 Metales Pesados en Suelos Agrícolas

El estudio realizado en tres microcuencas de la municipalidad Poopó que pertenece a La Paz Bolivia, todos los suelos agrícolas de las tres microcuencas tienen contenidos de arsénico, hasta superando en algunos casos el grado de peligro propuesto por Holanda (55 mg/kg), lo que también indica una situación de contaminación por Zn en la microcuenca Venta y Media que amerita acción de una plan de remedio inmediato por la gran cantidad de (Pb y Cd) en el subsuelo de las microcuencas de Venta y Media (comunidad: Asanquera) indica que la contaminación por plomo en haba (VM6H Veg) supera al nivel máximo (5 mg/kg), por lo que es necesario realizar una prevención inmediata y medidas de mitigación el motivo de las obras en estos terrenos es que estos espacios agrarios pertenecientes a la unidad de paisaje de fondo de valle, donde se utilizan los ríos Venta y Media para el riego. Las concentraciones de arsénico en papa (centro) y habas (abajo) de la microcuenca Coriviri excedieron el nivel máximo permisible (1.7 mg/kg), por lo que estos campos requirieron remediación inmediata. Las personas afectadas se encuentran en la parte inferior de la cadena alimentaria. La siguiente parte inferior de la microcuenca Poopó (comunidades: Quesu, Qesuni y Puñaca) presentó mayores cantidades de As, lo que se consideró como la razón de la parte media inferior de la microcuenca. La concentración total de arsénico, plomo, cadmio y zinc en el suelo agrícola de la microcuenca aguas abajo del Poopó (Poopó Viejo) superó los límites máximos permisibles debido a procesos de contaminación que fueron oportunamente inundados con relaves. Para los campos con trigo, cebada, pero no papa, concluimos que las partículas en esta parte están siendo arrastradas por el viento y el agua desde minas a cielo abierto que están expuestas a la intemperie muy cerca de esta zona. Los productos agrícolas y forrajes (papa, cebada, alfalfa) de las partes baja y baja de la

microcuenca del Poopó están libres de contaminación por As, Pb, Cd y Zn, ya que estos organismos vegetales son fitotóxicos, provocando bajos rendimientos e inhibiendo el establecimiento. granos y tubérculos, Afecta la productividad y la calidad de los alimentos. El cultivo del frijol es considerado como una planta indicadora de oligoelementos por su alta concentración de As. La planta *Hymenoxys robusta* tiene una fuerte bioacumulación de Cd, Zn y moderada de As (en hojas y flores) y debido a esta capacidad puede ser considerada como una planta dañina para los animales que la consumen. Las percepciones de los pobladores de las tres microcuencas sobre la contaminación por metales pesados (agricultura y suelo) coincidieron en muchos casos con los resultados obtenidos, excepto en la microcuenca Koriveli, que consideró libre de contaminación donde la concentración del factor (As) está claramente influenciada por el fondo geoquímico. (Chambi et al., 2012)

En un estudio realizado en la zona minera El Alacrán, municipalidad Puerto Libertador, departamento de Córdoba, Colombia. La degradación de los recursos naturales causada por la minería aurífera informal es obvia, pero el problema no se comprende bien dado el grave impacto ambiental de la industria en la minería y la polución de las tierras agrícolas con metales pesados. El objetivo de este estudio fue evaluar la polución por Hg, Fe y Cu en suelo agrícola en relación con ciertas propiedades químicas del suelo mediante análisis multivariado. El área de estudio comprende una extensión de 1,4 hectáreas ubicada 5 km aguas abajo de la desembocadura de la mina El Alacrán en el río Valdé. Se tomaron 25 muestras de suelo, divididas entre suelo no tratado y suelo cultivado a una densidad de 17,8 partes/ha. Los resultados mostraron que la concentración total de hierro y cobre eran demasiado altas, mientras que las concentraciones de mercurio eran demasiado bajas, lo que indica contaminación por cobre en el suelo agrícola, y el valor de Cu

superó el máximo permitido por todos los estándares internacionales; la diferencia es que el valor del mercurio no indica contaminación. Las propiedades químicas del pH, la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico controlan la concentración total y la forma disponible de metales de cobre y hierro en el suelo. No se encontró evidencia estadística para identificar diferentes poblaciones de suelo asociadas con las propiedades químicas evaluadas y metales pesados. (Martínez et al., 2017).

La localidad de Villa Nueva está ubicada en la parte norte del valle del río Castaño, en la provincia de Calingasta, en la provincia de San Juan, en la República Argentina. Estudios geoquímicos de perfiles de suelos, incluyendo determinación de metales pesados como Zn, Cu, Pb y cadmio; capacidad de intercambio de cationes; pH y potencial de oxidación. Se ha establecido que la concentración de Cd en los perfiles de suelo excede las concentraciones especificadas en los actos legales vigentes. Se concluye que para diferentes horizontes del perfil del suelo existe una correlación directa entre las concentraciones de Cd y Ca en las condiciones fisicoquímicas actuales y tienden a concentrarse en los horizontes inferiores. (Díaz et al., 2005)

2.2.5 Cadmio y Plomo en Suelos y su Bioacumulación en Tejidos Vegetales

En un trabajo de investigación realizado En el Magdalena Medio Colombiano confluyen dos actividades económicas: la ganadería intensiva y una industria petroquímica integrada. Estos últimos representan una amenaza potencial para la salud pública, ya que las emisiones de metales tóxicos (plomo y cadmio) pueden entrar en la cadena alimentaria. Para ello se calcularon los pastos en la zona según la distancia a la fuente de contaminación (100, 500, 2500 y 5000 m). Por lo tanto, se ubicaron en áreas cercanas a refinерías de crudo (Barrancabermeja, Santander),

pozos mineros (Yondo, Antioquia) y la Universidad de La Paz (Barrancabermeja, Santander) fueron muestreados en campus académicos. Los resultados obtenidos muestran que la familia Poaceae y su género *Brachiaria spp* están representadas en altas diferencias significativas. La información se explica en los primeros tres componentes, siendo las variables de mayor peso la profundidad del suelo a 5 cm y 30 cm, el tipo de pasto dominado por especies introducidas y la sección transversal relacionada con la distancia focal de la fuente. Así, solo se encontraron dos especies de Brachiarias en el área de la refinería de petróleo, mientras que otras especies de Brachiaria fueron más comunes en el área del pozo de producción y el área de control. Se concluyó que los niveles más altos de bioacumulación de metales en los tejidos vegetales fueron en el siguiente orden: raíces > tallos > hojas, mientras que en el suelo la acumulación fue mayor a una profundidad de 5 cm. (Peláez et al., 2016)

2.2.6 Niveles de Metales Pesados en los Cultivos de Hortalizas

En un estudio realizado en la ciudad de Habana – Cuba, En 2006 y 2007 se dieron en estudio 17 fincas de agricultura urbana en 2 kilómetros cuadrados alrededor del relleno sanitario "Calle 100". Se recolectaron muestras de suelo y todas las hortalizas listas para cosechar. El contenido de metales pesados en suelo cultivado varió de la siguiente manera: Cd (0,24-2,1 mg/kg), Cu (38,4-81,3 mg/kg), Pb (18,1-138,5 mg/kg) y Zn (44,1-294,7 mg/kg). Para Zn y Pb, los suelos de algunas fincas (35% y 52%, respectivamente) superan los rangos para estos metales en los suelos agrícolas cubanos. Para el plomo, el 23% del suelo superó el nivel considerado fitotóxico y limitado por algunas normas internacionales. El 12,5 % de las muestras vegetales recolectadas superó el límite máximo permisible de este contaminante en alimentos destinados al consumo humano, fijado por las normas cubanas. Los

resultados muestran que existe la necesidad de un seguimiento estricto de los cultivos hortícolas en la zona. (Olivares et al., 2013)

2.2.7 Contenido de Cadmio y Plomo en Suelos y Plantas Irrigados con Aguas Residuales

En un estudio realizado en el valle del Mezquital Hidalgo – México, donde los metales pesados se han utilizado industrialmente de diversas formas durante cientos de años, por lo que estos elementos pueden estar presentes en concentraciones peligrosas en el medio ambiente. Los dos metales más peligrosos son el Cd y el Pb, que provocan diversas enfermedades en los humanos. La región del Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo se caracteriza por el aprovechamiento de las aguas residuales de la Ciudad de México para el riego de cultivos. Sin embargo, es probable que esta agua contenga metales pesados que las plantas pueden absorber con el agua de riego. El objetivo de este trabajo fue determinar el grado de absorción y migración de Cd y Pb en las plantas. Se tomaron muestras de suelo, dos tipos de maíz, dos tipos de alfalfa y un girasol. Las plantas se cortaron y dividieron en tercios, y se determinaron las concentraciones de ambos metales en el suelo y en cada parte en que se dividieron las plantas. De los cultivares de maíz evaluados, tres tercios (0,06 mg/kg) tuvieron valores de Cd estadísticamente equivalentes ($P < 0,05$) inferiores a los observados en suelo (0,09 mg/kg). El mismo comportamiento se observó para el Pb. En el caso de la alfalfa, la concentración de Cd fue mayor que en el suelo (0,07 mg/kg en el tercio superior de la planta y 0,03 mg/kg en el suelo). Por otro lado, la concentración de Pb en el tercio superior del suelo y plantas fue similar (0,45 mg/kg en suelo y 0,23 mg/kg en el tercio superior de ambos cultivares evaluados), mientras que para el girasol se encontraron niveles bajos de los dos metales. (Lara et al., 2015)

2.2.8 Cadmio y Plomo en Importantes Fungicidas Cúpricos

Según investigación realizada, En el último periodo agrícola, el uso de fungicidas en la producción agrícola se ha incrementado significativamente, siendo el cobre el más común de nuestra zona. Según datos del ISCAMEN, el uso de estos fungicidas en el período 2004/2005 fue de 2.500 toneladas; 44,80% sulfato de cobre; 54,24% de oxiclورو de cobre y 0,96% de hidróxido de cobre, en cantidad similar a la registrada. en el ciclo anterior. Luego de la detección de metales pesados en estos insumos, se espera determinar su concentración en la mayoría de los productos de cobre comercializados en Mendoza-Argentina. Para ello se recolectaron 53 muestras comerciales de biocidas de cobre (44 sulfatos y 9 oxiclورو de cobre), representativas de la mayoría de las marcas comercializadas. Determinación de plomo y cadmio en extractos ácidos por espectrofotometría de absorción atómica de llama y comparación con materiales referenciales de alta fiabilidad. Las leyes argentinas sólo tienen como parámetro a los límites de contenido de plomo, el cual no debe ser superior a el valor del resultado de la fórmula: Limite de Pb $\text{mg.kg}^{-1} = 5 \times (\% \text{ Cu del producto})$. Para el oxiclورو el valor superior es 275 mg.kg^{-1} y para el sulfato mg.kg^{-1} . Los resultados fueron analizados estadísticamente: para el oxiclورو el promedio fue de $207,17 \text{ mg.kg}^{-1}$ y el 33,3% de las muestras superaron los máximos permisibles para plomo. Para los sulfatos el promedio fue de $63,06 \text{ mg.kg}^{-1}$ y ninguna de las muestras superó el máximo permisible. El cadmio está representado por los promedios de $2,64 \text{ mg.kg}^{-1}$ y $1,53 \text{ mg.kg}^{-1}$ para oxiclورو y sulfato de cobre, respectivamente. (Martí et al., 2009)

2.2.9 Fitoextracción y Asimilación de Plomo y Cadmio en Suelos en Aguas Contaminadas

Las actividad minera y metalúrgica de la Comarca Laguna, México contaminan la tierra, el aire y el agua. Existe una estrategia de utilización de plantas para contrarrestar la polución de suelos con metales pesados. Aunque, existe poca investigación sobre fitorremediación en regiones áridas y su relación con hongos micorrícicos. El fin de este análisis fue evaluar la capacidad de extracción de plomo y cadmio con quelite (*Amaranthus hybridus* L.) mediante la adición de una mezcla de micorrizas arbusculares (*Entrophospora columbiana*, *Glomus intraradices*, *Glomus etunicatum*, *Glomus clarum*). Sustratos contaminados con Pb o Cd Se diseñaron dos experimentos, uno para cada metal, utilizando un DBA con cuatro repeticiones. Primero, se agregaron al suelo tres tipos de micorrizas (0, 2.5 y 5.0 g kg⁻¹) con Pb 300 mg kg⁻¹. En el segundo experimento, el mismo número de micorrizas en suelo contaminado con 15 mg kg⁻¹ de Cd, respectivamente, fueron examinadas por espectrofotómetro de absorción atómica. Los resultados mostraron que la adición de micorrizas incrementó significativamente ($P < 0.05$) las concentraciones de Pb y Cd en raíces, tallos y hojas de codorniz. Las concentraciones de estos metales aumentaron significativamente a medida que avanza la edad de las plantas. (Ortiz et al., 2009)

La borra de café tiene un gran potencial para su uso en el tratamiento de agua potable en áreas rurales. Entre otras cosas, este alto potencial se basa en la aptitud para retención, estable con el tiempo y bajo costo para su obtención. Se Utiliza *Coffea arabica* de Quillabamba-Cusco y Villa Rica-Pasco. Ambos ligeramente tostado con dos moliendas: media ($0,707 < d \text{ (mm)} < 1,68$) y fina ($0,420 < d \text{ (mm)} < 0,707$). El café americano está hecho de molienda media y el expreso con molienda fina.

Determinamos que los valores óptimos de pH para la retención de Cd (II) y Pb (II) en

solución acuosa individual con una concentración máxima de 10 ppm son 6,5 y 4,0, correspondientemente, y el tiempo necesario óptimo para alcanzar la estabilidad es 10 y 2 horas. La extracción de Cd (II) por café tostado oscuro y molido medio se ajusta al modelo de isoterma de Freundlich para el *Coffea arábica* de Villa Rica-Pasco y al modelo de isoterma de Langmuir para el *Coffea arábica* de Quillabamba-Cusco. Sin embargo, la adsorción de Pb (II) por café tostado oscuro de molienda media de Quillabamba-Cusco o Villa Rica-Pasco solo se acercó al modelo de isoterma de Freundlich. Las borras de café tostado oscuro y molido medio de Villa Rica-Pasco fueron un 27 % más eficientes que los de Quillabamba/Cusco, con una adsorción máxima de 43,3 y 33,9 mg Cd por m², respectivamente. gramos de café molido. En cuanto al Pb (II), el fluff contenía 68,3 y 67,6 mg de Pb por gramo, con eficiencias comparables. (Angeles, 2009)

Las preparaciones de carbón activado junto al bagazo de caña azucarera (BC) y mazorca de maíz (ZM) adsorben plomo y cadmio. BC y ZM se carbonizaron a 400 °C durante 1 h, se activaron con ácido fosfórico y se modificaron con ácido nítrico o peróxido de hidrógeno, seguido de calentamiento. La activación aumenta la superficie de carbón (5 m²/ga 778 m²/g ZM y 3 m²/ga 369 m²/g BC). Los grupos oxidados fueron analizados por IR-DRIFTS. La acidez carbónica oscila entre 1,36 y 2,12 meq/g, el pH entre 2,9 y 6,5 y la capacidad de intercambio iónico hasta 0,070 meq/g. (Primera et al., 2011)

En una investigación para la asimilación de plomo y cadmio se utilizó la *Nicotiana tabacum* variedad "Criollo 98" Se cultivó en suelo contaminado artificialmente con plomo y cadmio, se investigó su potencial como planta de acumulación de metales pesados, principalmente cadmio. Se utilizó DBA con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Tratamientos: T1, Testigo; T2, dos veces Cd en suelo

(0,50 kg/ha); T3, dos aplicaciones de plomo en suelo (0,50 kg/ha); T4 dos aplicaciones de Cd y Pb (cada elemento) al suelo 0,50 kg/ha. Los resultados obtenidos mostraron que el uso de cadmio y plomo no modificó significativamente la asimilación de otros nutrientes (macro y microelementos) de esta variedad. (Pérez et al., 2007).

El objetivo del presente trabajo es determinar las especies de extractos de plantas más efectivas para limpiar suelos contaminados con metales en la ciudad de Pasco para el desarrollo de operaciones agrícolas. Estas especies, achicoria (A), *Lepidium bipinnatifidum* (B), *Plantago orbignyana* (C) y *Bidens triplinervia* (D), se utilizan para absorber los metales arsénicos, cadmio, plomo y zinc. En total se han establecido 6 estaciones de muestreo: 2 en el margen derecho, 2 en el margen izquierdo y 2 en el medio. Se determinaron las características pedológicas del suelo, porcentaje de arena, porcentaje de limo, porcentaje de arcilla y porcentaje de materia orgánica. Se mide in situ, pH, conductividad. Para el análisis de hojas y el contenido total de metales fue determinado por ICP-OES. (Ritter et al., 1998)

Los datos obtenidos de la concentración de metales en el follaje de cuatro plantas mostraron que *Sophora flavescens* absorbió arsénico de manera más eficiente, *Lepidium bipinnatifidum* fue más eficiente en la absorción de cadmio *Plantago orbignyana* fue más eficiente en la absorción de arsénico, fue más efectivo en la absorción de plomo, mientras que *Tricolore* absorbió zinc de manera más eficiente; después de que se determinó el índice de bioconcentración y factor de mitigación de esta especie, señalando las especies que representan un alto potencial de suelo contaminado, concluyendo que el suelo de Villa de Pasco ha sido restaurado sin riesgos a la salud. Las personas, los ecosistemas y la actividad agrícola pueden desarrollarse en la zona. **(Avelino, 2013).**

2.3 Marco Legal

2.3.1 Niveles Máximo de Cadmio en Alimentos de Países de la Unión Europea

La Comisión Europea, regula mediante el Reglamento (CE) N° 1881/2006 modificado y aprobado en Bruselas el 12 de mayo del 2014, donde se establecen procedimientos comunitarios en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios.

2.3.2. Límites Máximos Permisibles de Aguas Residuales para Plantas de Tratamiento Domésticas o Municipales

De acuerdo al D.S. N° 003-2010-MINAM se decreta: Artículo 1º.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR). Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

2.3.3 Estándares de Calidad Ambiental del Suelo (ECA) Aprobadas

Que, mediante el D.S. N° 011-2017-MINAM, se DECRETA: Artículo 1.- Aprobación de los estándares de calidad Ambiental para Suelo. Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, que como Anexo forman parte integrante del presente decreto supremo.

Artículo 2.- Los estándares de calidad Ambiental para Suelo como referente obligatorio. Los ECA para Suelo constituyen un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, y son aplicables para aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios.

2.3.4 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen

Disposiciones Complementarias

Que, mediante el D.S. N° 004-2017-MINAM, en el Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías

2.4 Definición de términos

2.4.1 Plomo

De número atómico 82, peso atómico de 207, de color azulado, es parte de muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos. (Hardman, 2011, como se citó en Londoño et al., 2016).

Se utiliza como sustancias antidetonantes en baterías, gasolina, monitores, pantallas de TV, latas, joyería, tintas de cabello, grifos, pinturas, aceites, belleza, aleaciones, cerámica, municiones, soldadura, tubería con peso, armas. Radiaciones atómicas, pesticidas, etc. (Lanphear, 2012, como se citó en Londoño et al., 2016).

La ingestión de Pb es peligrosa para la salud; causa retardo mental e intelectual en infantes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares en los mayores. El envenenamiento es causado por la ingesta casual del compuesto de Pb o por animales que consumen alimentos o alimentos que contienen plomo de áreas ambientalmente contaminadas. (Agencia para el Control de Sustancias Tóxicas y enfermedades, 2011, como se citó en Londoño et al., 2016)

2.4.2 Cromo

De número atómico 24, del grupo VIB de la tabla periódica y peso molecular 51,996. De color blanco plata con brillo, de consistencia dura y quebradiza, resiste a la corrosión. (Marrett et al., 1986, como se citó en Cuberos et al., 2009).

El Cr es un elemento que se consigue en rocas, animales, plantas y suelo. Existe en diferentes formas que determina su estado, sólido, líquido o gaseoso. (Molina et al., 2010)

La toxicidad se debe al hecho de que el derivado de Cr (6), a diferencia del Cr (3), es más probable que ingrese al cuerpo por cualquier vía. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado al Cr (6) como carcinógeno del Grupo I. No se ha demostrado que el Cr (3) sea cancerígeno. (Cuberos et al., 2009).

2.4.3 Cadmio

Se encuentra en minas de zinc en la naturaleza. De color blanco azulado. Masa atómica 112 y densidad relativa 8. Tiene 8 isótopos estables y 11 radioisótopos artificialmente inestables. (Peris, 2006, y Zamora, 2008, como se citó en Londoño et al., 2016)

No se presenta en forma libre en la naturaleza, la greenockita (sulfuro de cadmio) es el único mineral de cadmio. Casi todos los productos se obtienen como subproductos de la fundición y refinación del mineral de zinc. México, y la República de Corea, Australia, Canadá, Estados Unidos, Bélgica y Luxemburgo son los principales productores. (Eurachem, 2014, como se citó en Londoño et al., 2016).

El cadmio se utiliza en baterías, plásticos, soldaduras, pinturas, fertilizantes, amianto, pigmentos, varillas (reactores nucleares), productos farmacéuticos, fotografía, vidrio, porcelana, etc. (Wasson, 2005, como se citó en Londoño et al., 2016)

2.4.4 Cultivo

El cultivo es la práctica de plantar semillas en la tierra y hacer el trabajo necesario para producir frutos a partir de ella. Las actividades agrícolas, muchas veces debidas a la actividad humana pero también respondiendo a procesos naturales, producen granos, frutas, hortalizas, forrajes, etc. El cultivo se refiere a todas las actividades humanas encaminadas a mejorar, y transformar la tierra para el cultivo. Para muchos países del mundo, esta actividad es la principal fuente de sustento económico y, junto con la ganadería, es la principal actividad que alimenta a la población mundial.

2.4.5 Suelo

Es un recurso natural equivalente a la corteza superior de la tierra, que contiene agua y nutrientes para uso biológico; es necesario para producir alimentos para el consumo humano, criar animales, plantar árboles, extraer agua y algunos minerales, etc. (Porta et al., 1994, como se citó en Quiroz, 2011).

2.4.6 Aguas Efluentes

Término utilizado para referirse a las aguas residuales que contienen desechos sólidos, líquidos o gaseosos descargados de los hogares y la actividad industrial, principalmente de cauces de agua, o como resultado de la escorrentía de la tierra debido a la precipitación. Los productos tóxicos en las aguas residuales varían mucho en tipo y cantidad, y su composición depende del tipo de agua residual a partir del cual

se producen. Los residuos en las aguas residuales pueden ser químicos y/o biológicos.

Mosqueira (2015) indica que, depende de su origen de contaminante, difieren los tipos de agua, como: Aguas residuales urbanas (Agua de vajilla, agua de cocina, estos contaminantes son la materia orgánica y los microorganismos, que son vertidas a los ríos o al mar después de un pequeño tratamiento). Aguas residuales industriales (tiene casi todo tipo de contaminante, purifica parcialmente y se descarga en ríos u océanos). Aguas residuales ganaderas (los tipos de contaminantes son la materia orgánica y los microorganismos). Aguas residuales agrícolas (contiene sustancias orgánicas y tiene la capacidad de contaminar ríos, océanos, embalses, aguas subterráneas, etc.)

Metales pesados

Según la tabla periódica de elementos químicos, son de alta densidad (superior a 4g/cm³), masa atómica mayor a 20 y es tóxico en poca concentración. Entre estos elementos son: cobalto (Co), cadmio (Cd), mercurio (Hg), manganeso (Mn), plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Cr), bario (Ba), molibdeno (Mo), aluminio (Al), níquel (Ni), berilio (Be), cobre (Cu), estaño (Sn), plata (Ag), zinc (Zn), selenio (Se), talio (Tl), vanadio (Va), oro (Au) y hierro (Fe). (Shimada, 2005 y Concon, 2009 como se citó en Londoño et al., 2016).

Los metales pesados son esenciales en nuestra dieta, existen casos donde su deficiencia o exceso ocasiona perjuicios a la salud, por ejemplo, el cuerpo necesita cobre, cobalto, hierro, zinc, vanadio, manganeso, estroncio y molibdeno. Otros, no cumplen funciones fisiológicas que pueden dañar la salud y siempre es mejor evitarlos. (Robards, 2011 y IPCS, 2002 como se citó en Londoño et al., 2016).

Capítulo III

Metodología de la Investigación

3.1 Área de Estudio

3.1.1 Ubicación del área de estudio

El estudio de investigación titulada “Evaluación del contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos y hortalizas regados con efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales – la Totorá, Ayacucho”, la toma de las muestras de suelo, agua y hortalizas (lechuga y espinaca), para el análisis de metales pesados se realizó en la localidad de Totorilla que pertenece al distrito de Jesús Nazareno de la provincia de Huamanga y región Ayacucho.

El análisis de metales pesados de las muestras de agua se realizó en el laboratorio de SGS del Perú S.A.C que se encuentra en la provincia constitucional de Callao del departamento de Lima y el análisis de las muestras de suelo agrícola y hortalizas (lechuga y espinaca) se realizó en el laboratorio de Certificaciones del Perú S.A que se encuentra en el distrito la Perla provincia constitucional del Callao del departamento de Lima.

Las ubicaciones de los lugares de muestreo se encuentran entre las altitudes de 2610 a 2627 msnm, entre las coordenadas UTM que se presentan en las siguientes figuras:

Figura 1

Ubicación de los puntos de muestreo del agua de riego

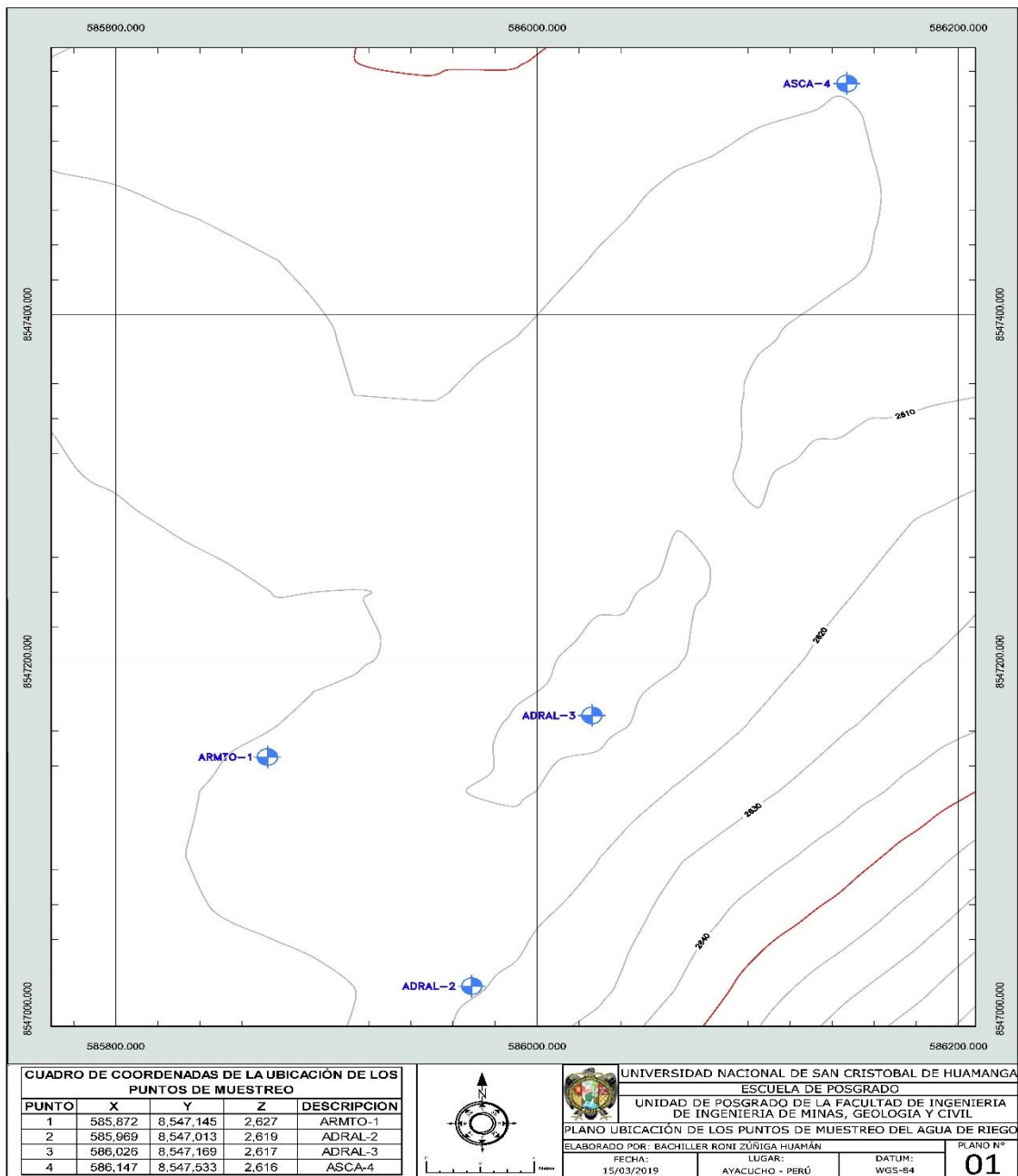


Figura 2

Ubicación de los puntos de muestreo de los suelos agrícolas

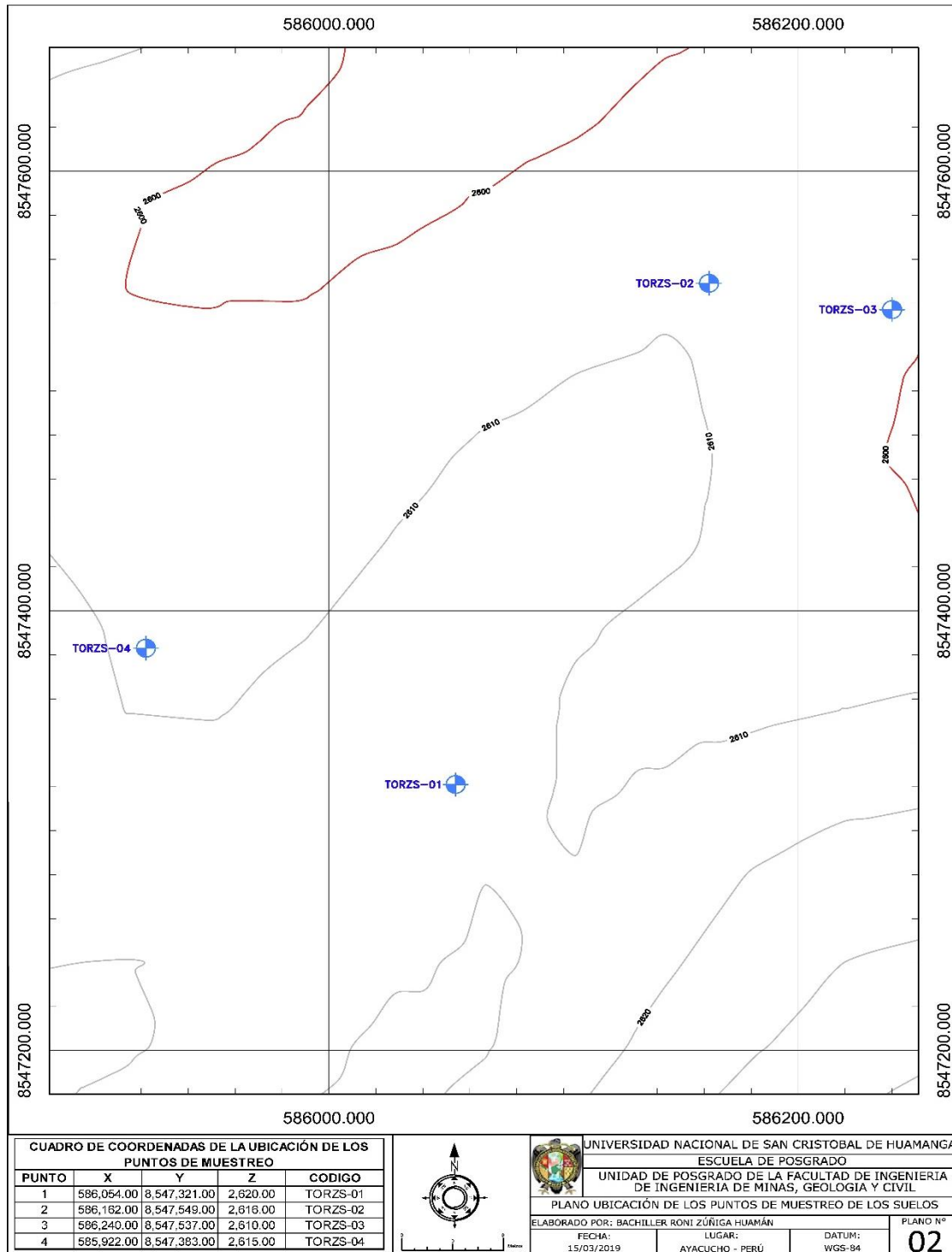
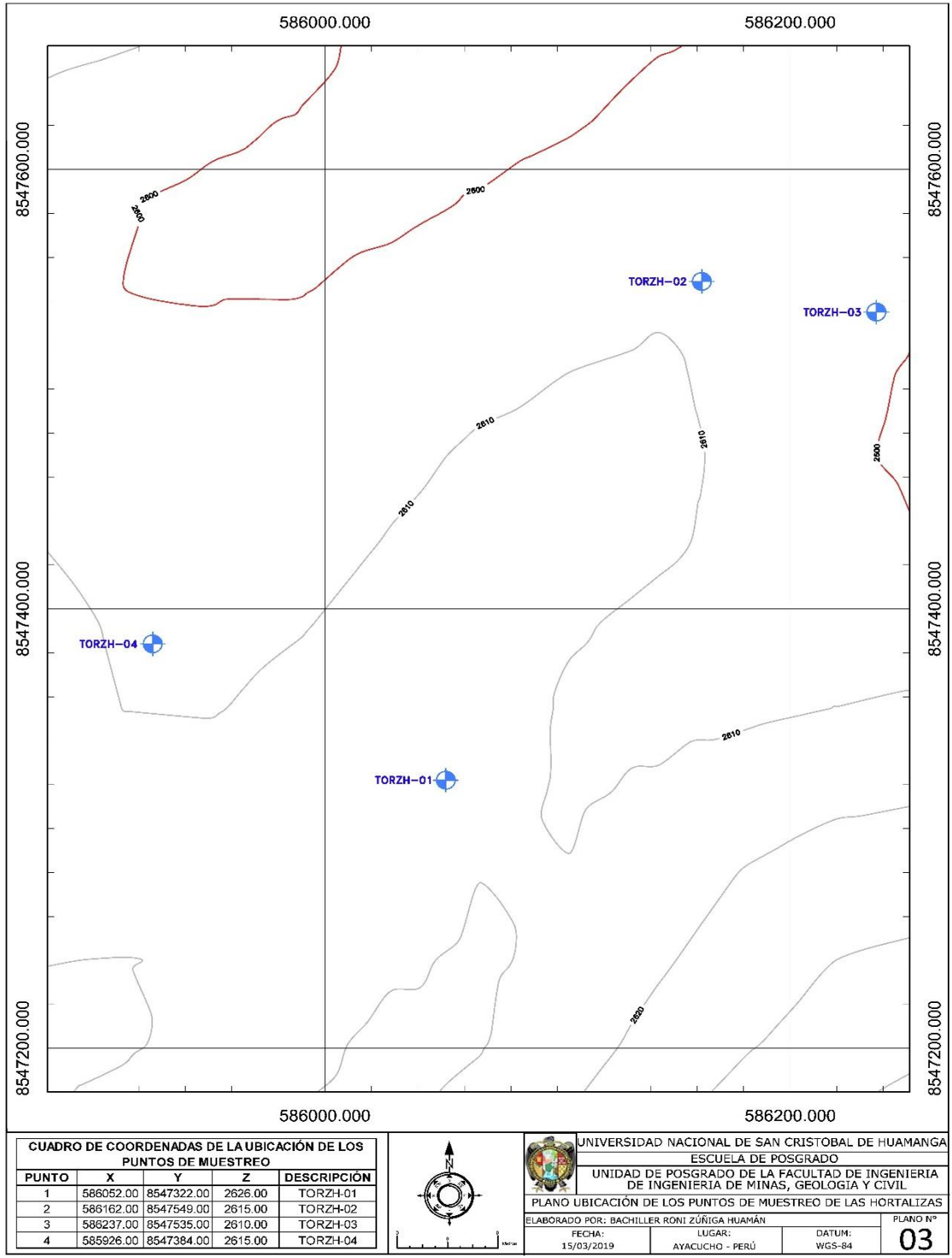


Figura 3

Ubicación de los puntos de muestreo de la lechuga y espinaca



3.1.2. Características de las Zonas de Muestreo

Se describe las características de la zona de muestreo para conocimiento de las condiciones en que se realizó la investigación.

Suelo. Por ser suelo agrícola su descripción se basa para estos fines.

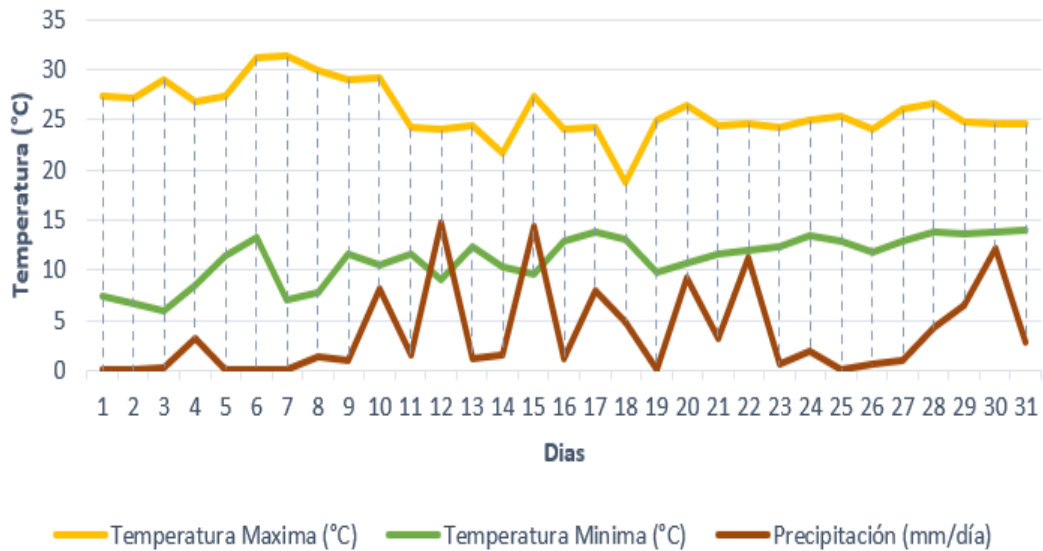
- Tiene un pH básico de 7.37, que tiende a ser ligeramente alcalino.
- De acuerdo al triangulo textural, es un suelo franco arcilloso que su estructura está conformado de 36.7% de arena, 30.2% de limo y 33.1% de arcilla.
- Su conductividad eléctrica es de 0.701 dS/m, según su clasificación de suelo es muy ligeramente alcalino.
- Tiene un bajo contenido de materia orgánica de 1.78%, alto contenido de fosforo disponible 47.7 ppm y contenido medio de potasio disponible de 220.8 ppm.
- Y su capacidad de intercambio catiónico es de 14.9 Cmol(+)/kg.

Clima. Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la estación meteorológica de Wayllapampa que es de tipo convencional que se encuentra a 2470 msnm en la Latitud 13°4'35.4" y Longitud 74°12'59.4", los datos corresponden al mes de enero del 2019 fecha en que fueron cultivadas y que coincide con el periodo fenológico de las hortalizas (lechuga y espinaca).

Durante este mes de enero del 2019, fecha en que se realizó la presente investigación se registraron una temperatura máxima en promedio de 25.87 °C, temperatura mínima en promedio de 11.14 °C y precipitación máxima de 14.8 mm/día

Figura 4

Temperaturas y precipitaciones diarias del mes de enero del 2019



Nota. Datos obtenidos de la Estación convencional Wayllapampa-2019

3.2 Tipo y Nivel de Investigación

De acuerdo a la orientación es una investigación Aplicada porque esta investigación está orientada a determinar el grado de concentración de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas y hortalizas regados con efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales La Totora de manera sistemática metódica, de acuerdo a la técnica de contrastación es Descriptiva porque los datos permitirán describir e identificar la cantidad de plomo, cromo y cadmio a partir de las variables de aguas efluentes, suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca).

De acuerdo con la direccionalidad es Prospectiva porque las variables a estudiarse generaran un efecto en el futuro. De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos es Proyectiva porque la información se recogerá, de acuerdo a la

planeación del estudio. De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado es Transversal porque el estudio las variables se medirán solo una vez y de inmediato se procederá a su descripción o análisis.

3.3 Diseño de la Investigación

En el presente estudio no se realizará manipulación de las variables, solamente se obtendrán muestras de campo como las hortalizas, agua y suelo, sin alterar su composición por eso el diseño es de forma no experimental. Para determinar la influencia de aguas residuales en el suelo y hortalizas se realizó la investigación en época de diciembre – 2018 a enero 2019, donde el riego es imprescindible para el manejo productivo de cultivos.

3.4 Variables e indicadores

3.4.1 Variables Independientes

- Muestras de agua de los Efluentes del PTAR Totorilla

3.4.2 Indicadores de variables independientes

- Contenido de cadmio en mg/L
- Contenido de cromo en mg/L
- Contenido de plomo en mg/L

3.4.3. Variables dependientes

- Concentración de cadmio, plomo y cromo en suelos agrícolas sector Totorilla.

- Concentración de cadmio, plomo y cromo en hortalizas (lechuga y espinaca).

3.4.4. Indicadores de variables dependientes

- Contenido de cadmio (mg/Kg).
- Contenido de cromo (mg/Kg).
- Contenido de plomo en (mg/Kg).

3.5 Población y Muestra

La población está constituida por las aguas residuales, hortalizas (lechuga y espinaca) y suelos agrícolas del sector totorilla.

Las muestras de aguas efluentes está constituida por 4 unidades de muestra que fue muestreado durante la aplicación del riego a las hortalizas, la muestra de hortalizas estuvo conformada por 2 unidades de muestra de lechuga de la variedad americana y 2 unidades de muestra de espinaca de la variedad hoja lisa.

Y las muestras de suelo agrícola fue de 4 unidades de muestra, la cantidad muestreada por unidad fue de 500 gramos de suelo agrícola.

Los lugares a muestrear se ubicaron al azar mediante un muestreo aleatorio simple, teniendo en consideración la representatividad de las muestras.

3.5.1 Sistema de Muestreo y Toma de Datos

La obtención de la muestra fue de la siguiente manera:

Para el efluente se obtuvo al momento de la aplicación de riego por gravedad a las hortalizas (lechuga y espinaca), durante la fase fenológica de crecimiento, la

cantidad de muestra obtenida fue de 500 ml por muestra y el número de muestreos fue de 4 unidades. Para la recolección se utilizaron envases de plástico transparente con tapa hermética y para su respectiva preservación de la muestra se usó ácido nítrico de dos gotas por 500 ml de volumen de agua.

Figura 5.

Obtención de la muestra de agua



La obtención de la muestra de suelo agrícola se realizó al momento de la cosecha de las hortalizas (lechuga y espinaca), la profundidad a muestrear fue de 0 a 30 cm de profundidad del suelo en donde se obtuvo 0.5 kg de suelo agrícola representativo. La recolección se realizó en bolsas transparentes la cual fue sellada, marcada e identificada mediante códigos (MS-01, MS-02, MS-03 Y MS-04).

Figura 6

Obtención de la muestra de suelo agrícola



Para las hortalizas (lechuga y espinaca) se obtuvo durante el momento de la madurez comercial es decir a los 50 días después del trasplante en lechuga que fueron cultivados con distancias entre surcos de 40 centímetros y distancia de 30 centímetros entre plantas y 55 días después del trasplante en espinaca que fue cultivo en melgas de 2 metros de ancho por 20 metros de longitud, la muestra a obtenerse fue solo de la fracción comestible en cantidades de 0.5 kg por muestra. La recolección se realizó en bolsas transparentes la cual fue sellada, marcada e identificada mediante códigos.

Figura 7

Obtención de la muestra de espinaca



3.6 Operacionalización de Variables

La operacionalización de las variables se encuentra descritas en las tablas 1–3.

Tabla 1

Muestras de agua de los Efluentes del PTAR Totorilla (Variable independiente)

Concepto	Indicadores	Unidad o categorías de medida	Escala de medición	Instrumento
La concentración de plomo en los efluentes es medida por el método de espectrofotometría	Cantidad de plomo	mg/L	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x

de absorción atómica				
La concentración de cromo en los efluentes es medida por el método de espectrofotometría de absorción atómica	Cantidad de cromo	mg/L	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x

Tabla 2

Concentración de plomo, cromo y cadmio en suelos agrícolas (Variable dependientes)

Concepto	Indicadores	Unidad o categorías de medida	Escala de medición	Instrumento
La concentración de plomo en los suelos agrícolas es medida por el método de espectrofotometría de absorción atómica	Cantidad de plomo	mg/Kg	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x
La concentración de cromo en los suelos agrícolas es medida por el método de espectrofotometría de absorción atómica	Cantidad de cromo	mg/Kg	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x
La concentración de cadmio en los suelos agrícolas es medida por el método de espectrofotometría de absorción atómica	Cantidad de cadmio	mg/Kg	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x

Tabla 3

Concentración de plomo, cromo, cadmio en espinaca y lechuga (variables dependientes).

Concepto	Indicadores	Unidad o categorías de medida	Escala de medición	Instrumento
La concentración de plomo en espinaca y lechuga es medida por el método de espectrofotometría de absorción atómica	Cantidad de plomo	mg/Kg	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x
La concentración de plomo en espinaca y lechuga es medida por el método de espectrofotometría de absorción atómica	Cantidad de cromo	mg/Kg	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x
La concentración de plomo en espinaca y lechuga es medida por el método de espectrofotometría de absorción atómica	Cantidad de cadmio	mg/Kg	Razón	SHIMADZU AA-700 ICPMS 7700x

3.7 Procesamiento y Análisis de Datos

El procedimiento para la obtención de los datos tendrá una secuencia marcada por el sentido unidireccional del tiempo, estos hechos solo se pueden suceder en este orden a lo largo del procedimiento los cuales son:

- Reconocimiento del campo de estudio.

- Descripción y Ubicación del sitio.
- Ejecutar el plan de extracción de muestras.
- Realizar las labores en el lugar de muestreo.
- Recolección de muestras
 - Conservación de las muestras.
 - Empaque y envío de las muestras.
 - Cadena de suministro.
 - Llevado de muestra al laboratorio.
 - Estudio de la muestra.
 - Reporte de los resultados.

El análisis de los datos (plomo, cromo y cadmio) obtenidos en el laboratorio serán presentados en tablas y figuras, también se analizarán mediante el análisis de varianza a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; y para determinar la significancia de los datos de plomo, cromo y cadmio se realizarán las pruebas de coeficiente de determinación (R^2), coeficiente de variación (CV%). Utilizando programas estadísticos SPSS.

3.8 Descripción del Análisis de Datos

3.8.1 Descripción del Análisis de Agua

El laboratorio de la empresa SGS DEL PERÚ S.A.C es acreditada por INACAL y fue la encargada de realizar el examen de metales pesados en agua utilizando el

método EPA 200.8 (determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – masa espectrometría).

El límite de cuantificación de plomo, cadmio y cromo es de 0.0006, 0.00003 y 0.0003 mg/L respectivamente. Y el límite de detección de plomo, cadmio y cromo es de 0.0002, 0.00001 y 0.0001 mg/L respectivamente.

Este método EPA 200.8 Ofrece procedimientos para determinar los elementos disueltos en aguas subterráneas, superficiales y potables. También se utiliza para determinar la concentración total de los elementos que se pueden recuperar en estas aguas, así como en muestras de aguas residuales, lodos y suelos.

3.8.2 Descripción del Análisis de Suelo Agrícola, Espinaca Y Lechuga

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A., es una empresa que realizó el análisis de suelo agrícola, espinaca y lechuga, que tiene su laboratorio de ensayo acreditado por INACAL.

Para el análisis de los metales pesados utiliza el método EPA 6020A 2007 por Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS).

Los espectrómetros de masa de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), es aplicado para determinar la concentración de metales pesados de varios elementos en muestra de agua y en residuos de extractos o de digestión.

El límite de detección de acuerdo al método EPA 6020A ICP-MS en plomo, cadmio y cromo es de 0.020, 0.020 y 0.050 mg/kg respectivamente.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Después de haber realizado el análisis de cromo, cadmio y plomo en los laboratorios SGS del Perú S.A.C. y Certificaciones del Perú S.A. acreditados por INACAL y luego haber procesado estadísticamente los datos para responder los objetivos e hipótesis planteados se menciona a continuación los resultados.

4.1 Determinación De Metales Por ICP- MS En Agua De Riego

La determinación de cadmio, cromo y plomo en agua de riego de las cuatro (04) muestras se realizó en el laboratorio de SGS DEL PERU S.A.C, que es acreditado por INACAL - DA con registro N° LE-002, esta prueba se realizó mediante el método ICP-MS.

Tabla 4

Resultado análisis de Cd, Cr y Pb en agua para riego

Metal pesado	Método	Unidad	Límite de detección	Límite de cuantificación	Concentración de metales pesados en agua de riego			
					MA- 01	MA- 02	MA- 03	MA- 04
Cadmio	EPA 200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.00154

Metal pesado	Método	Unidad	Límite de detección	Límite de cuantificación	Concentración de metales pesados en agua de riego			
					MA- 01	MA- 02	MA- 03	MA- 04
Cromo	EPA 200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0026	<0.0003	0.0259
Plomo	EPA 200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0024	0.016	0.0310

Respecto a la tabla 4, que presenta los resultados del análisis de Cd, Pb y Cr en muestras de agua para riego, la muestra MA-04 es la que presenta mayor concentración de Cd, Cr y Pb con 0.00154, 0.0259 y 0.0310 mg/L respectivamente frente a las demás muestras.

4.2 Determinación de Metales por ICP- MS en Suelos Agrícolas

El análisis de cadmio, cromo y plomo en suelos agrícolas de las cuatro (04) muestras se realizó en el laboratorio de CERTIFICACIONES DEL PERU S.A, que es acreditado por INACAL - DA con registro N° LE-003, la técnica de análisis es ICP-MS.

Tabla 5

Resultado análisis de Cd, Cr y Pb en suelos agrícolas

Metal pesado	Método	Técnica de análisis	Unidad	Límite de detección	Concentración de Cd, Cr y Pb en suelos agrícolas			
					MS-01	MS-02	MS-03	MS-04
Cadmio	EPA 6020A 2007	Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	mg/Kg	0.02	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020

Metal pesado	Método	Técnica de análisis	Unidad	Límite de detección	Concentración de Cd, Cr y Pb en suelos agrícolas			
					MS-01	MS-02	MS-03	MS-04
Cromo	EPA 6020A 2007	Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	mg/Kg	0.05	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
		Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)						
Plomo	EPA 6020A 2007	Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	mg/Kg	0.02	10.93	10.991	9.809	7.095

En lo que respecta a la tabla 5, los resultados demuestran que estos suelos contienen mayor concentración de Plomo en las cuatro muestras MS-02, MS-01, MS-03 y MS-04 con 10.991, 10.93, 9.809 y 7.095 mg/kg respectivamente.

4.3 Determinación de Metales por ICP- MS en Lechuga y Espinaca

Los resultados del análisis de muestras de dos (02) unidades de lechuga y dos (02) unidades de espinaca, realizado en el laboratorio CERTIFICACIONES DEL PERU S.A, que es acreditado por INACAL - DA con registro N° LE-003.

Tabla 6*Resultado del análisis de Cd, Cr y Pb en hortalizas (lechuga y espinaca)*

Metal pesado	Método	Técnica de análisis	Unidad	Límite de detección	Concentración de Cd, Cr y Pb de la parte comestible hortalizas (lechuga 50 ddt y espinaca 55 ddt)			
					ML-01 Var. Ameri- cana	ML-02 Var. Crespa verde	ME-03 Var. Hoja lisa	ME-04 Var. Hoja lisa
Cadmio	EPA 6020A 2007	Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	mg/Kg	0.02	<0.020	<0.020	0.1142	<0.020
Cromo	EPA 6020A 2007	Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	mg/Kg	0.05	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
Plomo	EPA 6020A 2007	Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	mg/Kg	0.02	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020

En lo que respecta a la tabla 6, en la muestra ME-03 que corresponde a la muestra de espinaca variedad hoja lisa, muestra que fue obtenido a los 55 días

después del trasplante presenta alta concentración de cadmio respecto a las demás muestras con 0.1142 miligramos de cadmio por kilogramo de hojas de espinaca.

4.4 Análisis Estadístico de Cadmio, Cromo y Plomo

Los resultados del análisis de estadística descriptiva y correlaciones de la concentración de cadmio, cromo y plomo en agua de riego, suelo agrícola lechuga y espinaca.

4.4.1 Análisis estadístico de cadmio

Tabla 7

Resultado del análisis descriptiva de la cantidad de cadmio en agua, suelo y hortalizas

Variables	Media aritmética	Desviación estándar (σ)	N (número de casos validos)
Agua	0.00040750	0.000755000	4
Suelo	0.20000000	0.000000000	4
Hortalizas	0.04355000	0.047100000	4

Respecto a la tabla 7, según los resultados estadísticos de la desviación estándar o típica el cadmio en el suelo presenta $\sigma = 0.00$ debido a que todas las muestras presentaron resultados menores a 0.020 (<0.020), es decir no existe dispersión de los datos con respecto a la media aritmética. Este hecho ocurre debido a que el equipo utilizado para el análisis tiene un límite de detección para cadmio hasta el 0.020 mg/kg.

Tabla 8

Resultado del análisis de correlación de la cantidad de cadmio en agua, suelo y hortalizas

Variables	Descripción	Agua	Suelo	Hortalizas
	Coeficiente de correlación Pearson	1	a	-0.333
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)	-	-	0.667
Agua	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.000	0.000	0.000
	Covarianza	0.000	0.000	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4
	Coeficiente de correlación Pearson	a	a	a
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)	-	-	-
Suelo	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.000	0.000	0.000
	Covarianza	0.000	0.000	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4
	Coeficiente de correlación Pearson	-0.333	a	1
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)	0.0667	-	-
Hortalizas	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.000	0.000	0.000
	Covarianza	0.000	0.000	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4

Nota. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

De acuerdo al análisis de la tabla 08, existe una escasa correlación inversa de Pearson de -0.333% entre el agua y hortalizas en el contenido de cadmio.

4.4.2 Análisis Estadístico de Cromo

Tabla 9

Resultado del análisis descriptiva de la cantidad de cromo en agua, suelo y hortalizas

Variables	Media aritmética	Desviación estándar (σ)	N (número de casos validos)
Agua	0.00727500	0.012463915	4
Suelo	0.05000000	0.000000000	4
Hortalizas	0.05000000	0.000000000	4

Respecto a la tabla 9, según los resultados estadísticos de la desviación estándar o típica de la cantidad de cromo en el suelo y hortalizas presenta $\sigma = 0.00$ debido a que todas las muestras presentaron resultados menores a 0.050 (<0.050) es decir no existe dispersión de los datos con respecto a la media aritmética. Este hecho ocurre debido a que el equipo utilizado para el análisis tiene un límite de detección para cromo hasta el 0.050 mg/kg.

Tabla 10

Resultado del análisis de correlación de la cantidad de cromo en agua, suelo y hortalizas

Variables	Descripción	Agua	Suelo	Hortalizas
Agua	Coeficiente de correlación Pearson	1	a	a
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)		-	-

	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.000	0.000	0.000
	Covarianza	0.000	0.000	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4
	Coefficiente de correlación Pearson	a	a	a
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)	-	-	-
Suelo	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.000	0.000	0.000
	Covarianza	0.000	0.000	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4
	Coefficiente de correlación Pearson	a	a	a
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)	-	-	-
Hortalizas	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.000	0.000	0.000
	Covarianza	0.000	0.000	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4

Nota. "a" No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

De acuerdo al análisis de la tabla 10, la correlación inversa de Pearson en el contenido de cromo en agua, suelo y hortalizas (lechuga, espinaca) no se obtuvo resultados cuantitativos porque los datos son constantes, estos datos son constantes debido a que a que el equipo utilizado para el análisis tiene un límite de detección para cromo hasta el 0.050 mg/kg.

4.4.3 Análisis estadístico de plomo

Tabla 11

Resultado del análisis descriptiva de la cantidad de plomo en agua, suelo y hortalizas

Variables	Media aritmética	Desviación estándar (σ)	N (número de casos validos)
Agua	0.00890000	0.014751723	4
Suelo	9,70625000	1.823671274	4
Hortalizas	0.02000000	0.000000000	4

Respecto a la tabla 11, según los resultados estadísticos de la desviación estándar o típica el plomo en las hortalizas (lechuga, espinaca) presenta $\sigma = 0.00$ debido a que todas las muestras presentaron resultados menores a 0.020 (<0.020), es decir no existe dispersión de los datos con respecto a la media aritmética. Este hecho ocurre debido a que el equipo utilizado para el análisis tiene un límite de detección para plomo es hasta el 0.020 mg/kg.

Tabla 12

Resultado del análisis de correlación de la cantidad de plomo en agua, suelo y hortalizas

Variables	Descripción	Agua	Suelo	Hortalizas
	Coefficiente de correlación Pearson	1	-,954*	b
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)		0.046	-
Agua	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.001	-0.077	0.000
	Covarianza	0.000	-0.026	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4

	Coeficiente de correlación Pearson	-.954*	1	b
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)	0.046		-
Suelo	Suma de cuadrados y productos vectoriales	-0.077	9.977	0.000
	Covarianza	-0.026	3.326	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4
	Coeficiente de correlación Pearson	b	b	b
	Sig. (bilateral) (nivel crítico)	-	-	
Hortalizas	Suma de cuadrados y productos vectoriales	0.000	0.000	0.000
	Covarianza	0.000	0.000	0.000
	N (número de casos válidos)	4	4	4

Nota. * La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral); b, no se puede calcular porque como mínimo una de las variables es constante.

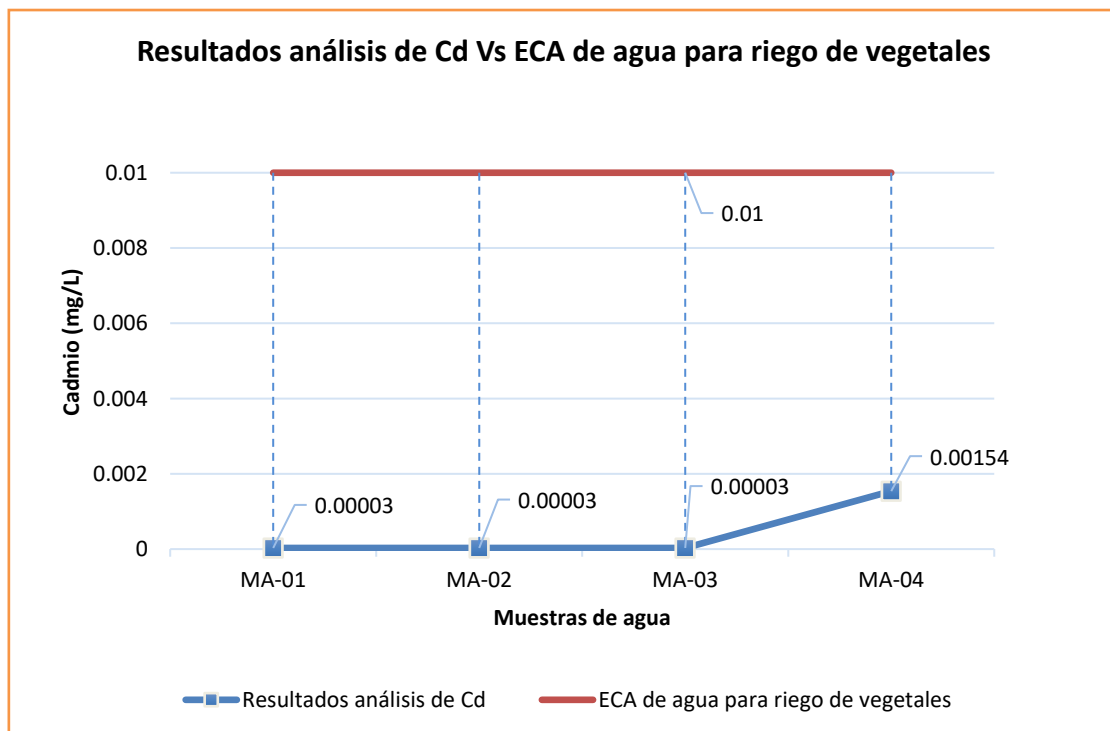
De acuerdo al análisis de la tabla 12, existe una muy buena correlación inversa de Pearson de -0.954% entre el agua y suelo en el contenido de plomo.

4.5 Análisis Comparativo de los LMP de los Metales con las Normas Nacionales e Internacionales

4.5.1 Contenido de cadmio, cromo y plomo en agua de riego

Figura 8

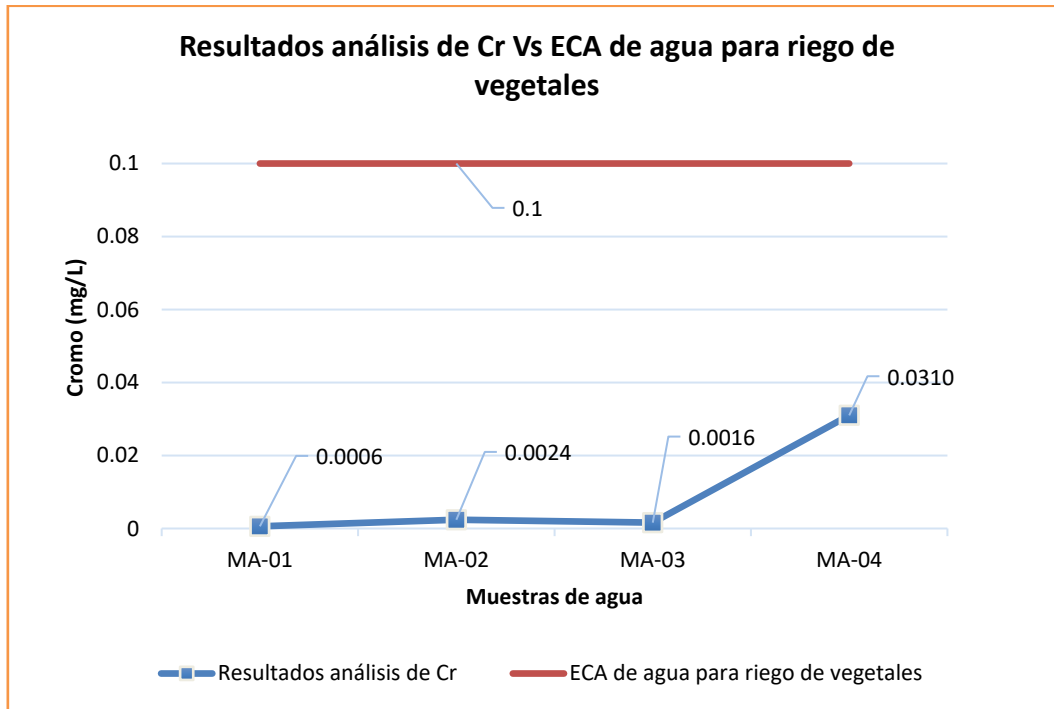
Resultado comparativo del análisis de Cd Vs ECA de agua para riego de vegetales



Según la figura 08 el resultado del análisis de cadmio en el agua de riego es de 0.00154 mg/L valor máximo que se obtuvo y en comparación según los datos de la norma Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de agua en riego de vegetales que es de 0.01 mg/L en cadmio.

Figura 9

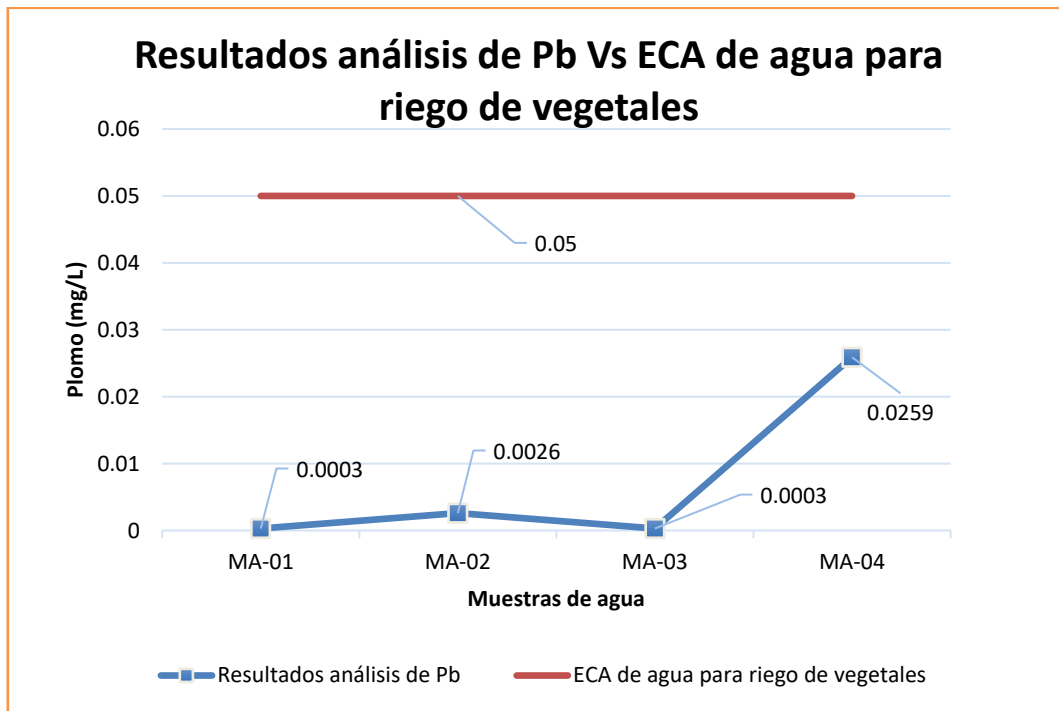
Resultado comparativo del análisis de Cr Vs ECA de agua para riego de vegetales



Según la figura 09 el resultado del análisis de cromo en el agua de riego es de 0.0310 mg/L valor máximo que se obtuvo y en comparación según los datos de la norma Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de agua en riego de vegetales que es de 0.10 mg/L en cromo.

Figura 10

Resultado comparativo del análisis de Pb Vs ECA de agua para riego de vegetales

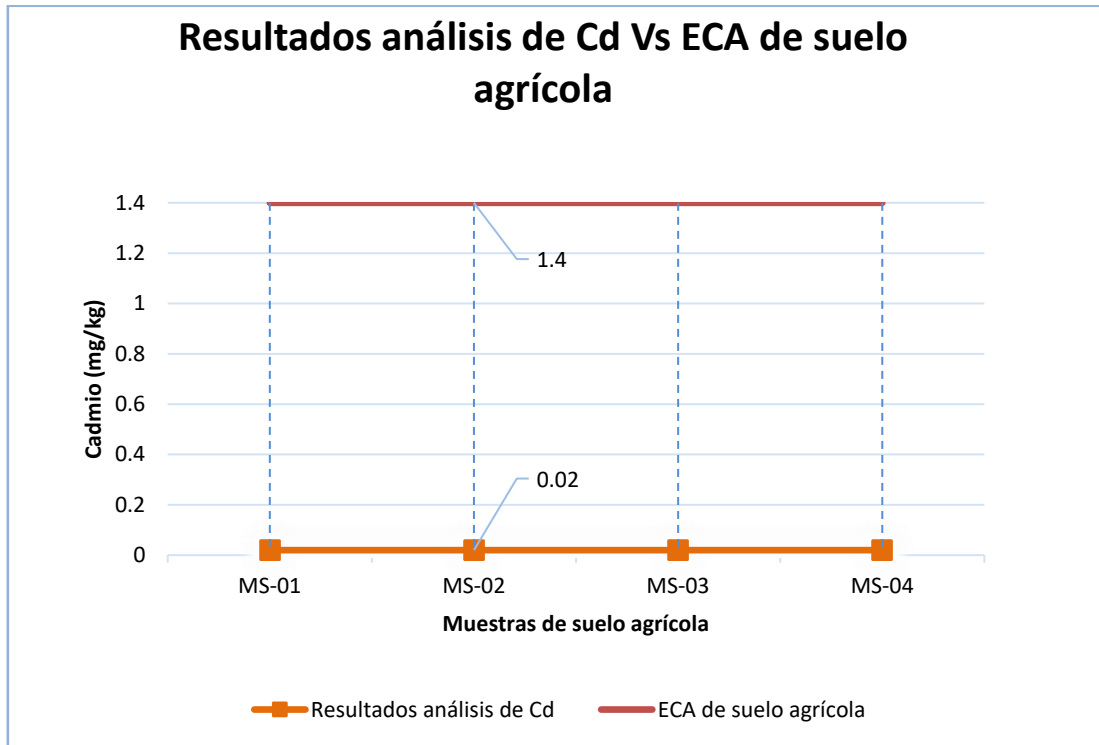


Según la figura 10 el resultado del análisis de plomo en el agua de riego es de 0.0259 mg/L valor máximo que se obtuvo y en comparación según los datos de la norma Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de agua en riego de vegetales que es de 0.05 mg/L en plomo.

4.5.2. Contenido de cadmio, cromo y plomo en suelo agrícola

Figura 11

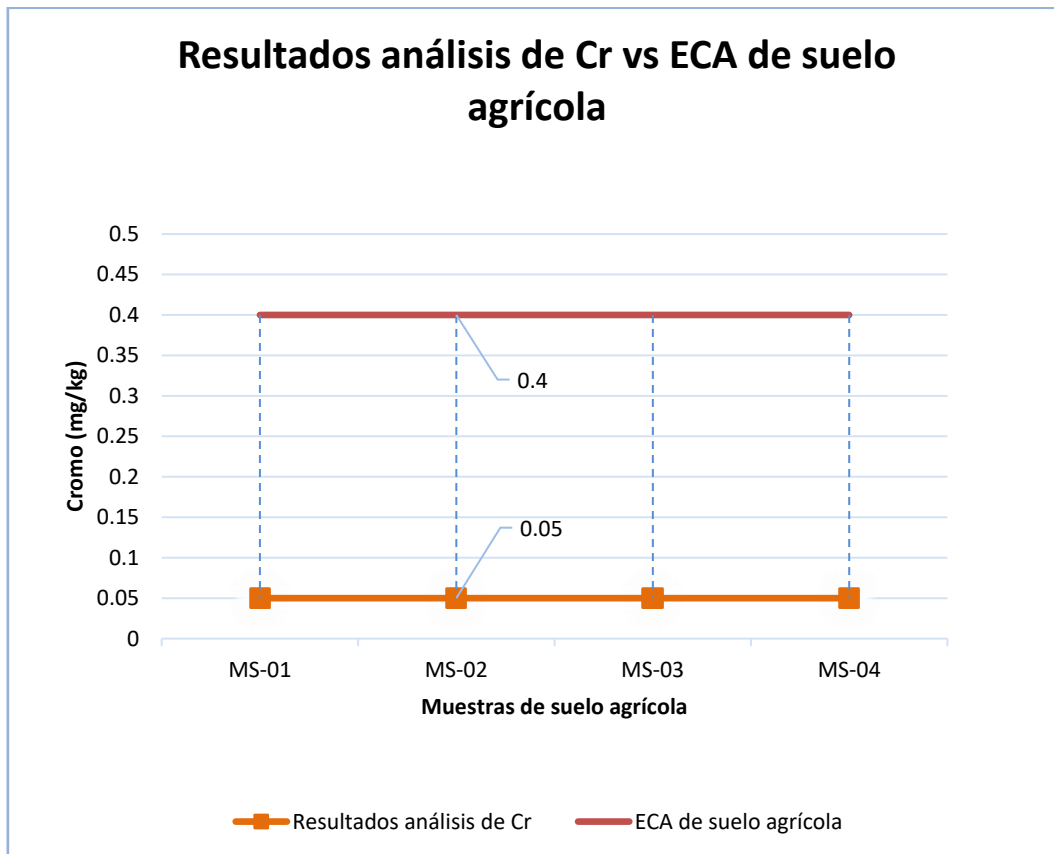
Resultado comparativo del análisis de Cd Vs ECA de suelo agrícola



Según la figura 11 el resultado del análisis de cadmio en el suelo agrícola es menor a 0.020 mg/kg y en comparación según los datos de la norma Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de suelo agrícola para producción de vegetales es de 1.40 mg/kg en cadmio.

Figura 12

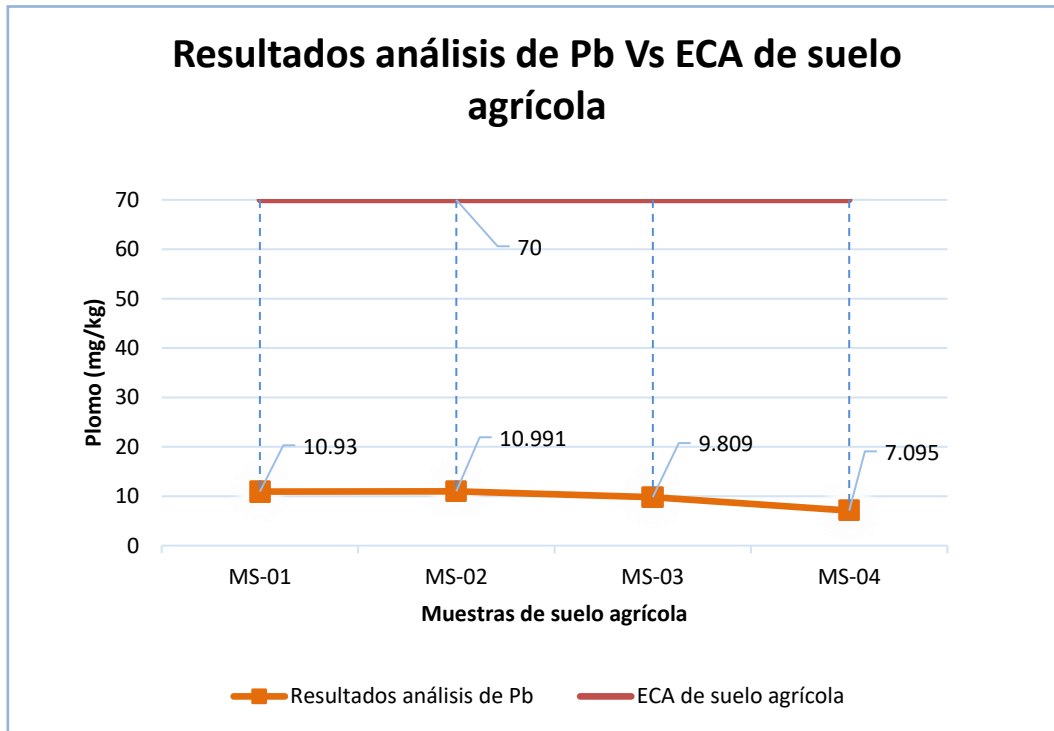
Resultado comparativo del análisis de Cr vs ECA de suelo agrícola



Según la figura 12 el resultado del análisis de cromo en el suelo agrícola es menor a 0.050 mg/kg y en comparación según los datos de la norma Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de suelo agrícola para producción de vegetales es de 0.40 mg/kg en cromo.

Figura 13

Resultado comparativo del análisis de Pb Vs ECA de suelo agrícola

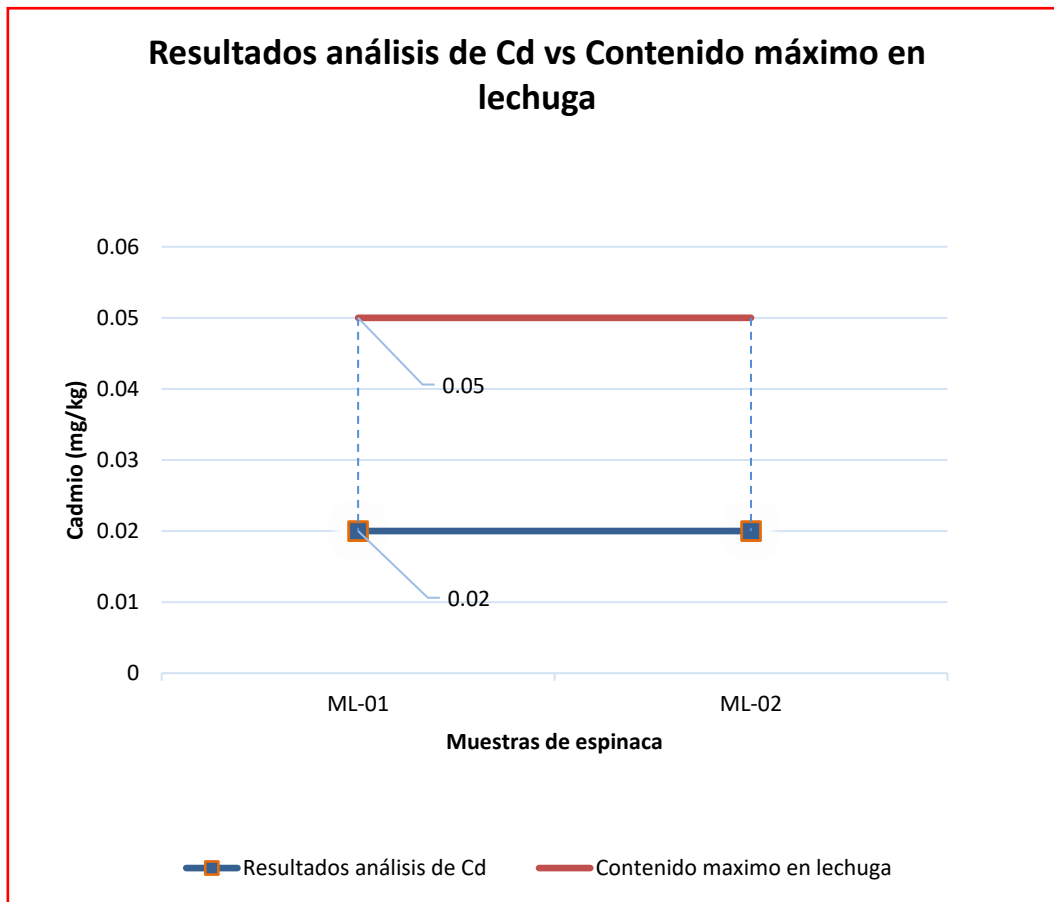


Según la figura 13 el resultado del análisis de plomo en el suelo agrícola se obtiene como valor máximo de 10.991 mg/kg y en comparación según los datos de la norma Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de suelo agrícola para producción de vegetales es de 70.00 mg/kg en plomo.

4.5.3 Contenido de cadmio en lechuga y espinaca

Figura 14

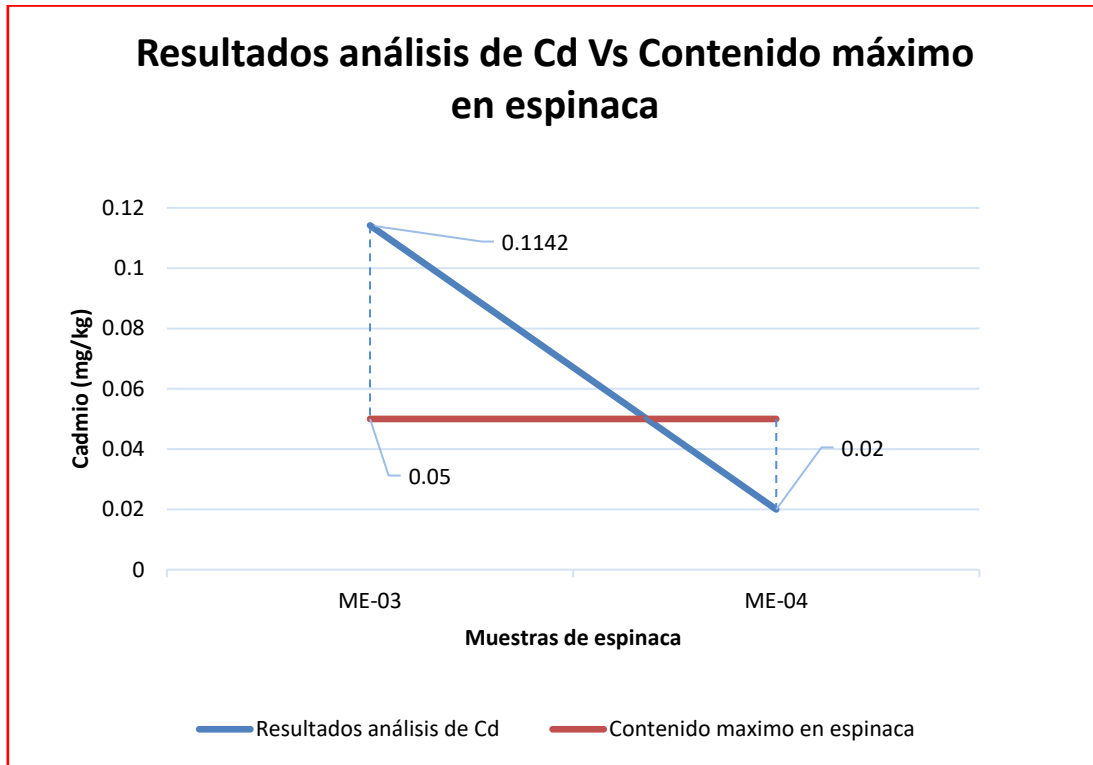
Resultado comparativo del análisis de Cd Vs Contenido máximo en lechuga según la Unión Europea



Según la figura 14 el resultado del análisis de cadmio en lechuga tiene valores menores a 0.020 mg/kg y en comparación según los datos de la Norma Unión Europea REGLAMENTO (UE) No 488/2014 para hortalizas y frutas, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para lechuga que es de 0.05 mg/kg en cadmio.

Figura 15

Resultado comparativo del análisis de Cd Vs Contenido máximo en espinaca según la Unión Europea



Según la figura 15 el resultado del análisis de cadmio en espinaca tiene un valor de 0.1142 mg/kg y en comparación según los datos de la Norma Unión Europea REGLAMENTO (UE) No 488/2014 para hortalizas y frutas, se encuentra por encima del límite máximo permisible para espinaca que es de 0.05 mg/kg en cadmio.

4.6 Discusión

En la presente investigación, donde el objetivo general es determinar el contenido de plomo, cadmio y cromo en suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas de la planta de tratamiento de aguas residuales la Totorá y la hipótesis planteada es presenta una alta concentración de plomo, cromo y

cadmio en suelos agrícolas y hortalizas (lechuga y espinaca) regados con aguas efluentes del PTAR la Totorá. A partir de los hallazgos encontrados en la presente investigación que se obtuvo al realizar el estudio de las muestras de agua para riego donde el Cd, Cr y Pb en la muestra MA-04 es la que presenta mayor concentración de Cd, Cr y Pb con 0.00154, 0.0259 y 0.0310 mg/L respectivamente frente a las demás muestras y en la muestra de los suelos agrícolas que contiene mayor concentración de plomo fue en la muestra MS-02 de 10.991 mg/kg y en la muestra ME-03 de las hortalizas que corresponde a la muestra de espinaca se tiene un valor máximo de 0.1142 mg/kg de cadmio en comparación según los datos de la Norma Unión Europea de Reglamento N° 488/2014 para hortalizas y frutas es de 0.05 mg/kg en cadmio, la lechuga se encuentra por debajo del límite máximo permisible y la espinaca se encuentra por encima del límite máximo permisible.

Realizado el análisis estadístico de la desviación estándar del contenido de cadmio en el suelo, el contenido de cromo en suelo y hortalizas, y el contenido de plomo en hortalizas es $\sigma = 0.00$ debido a que todas las muestras presentaron resultados menores al límite de detección del equipo utilizado; para el análisis de cadmio, cromo, plomo y existe una escasa correlación inversa de Pearson de -0.333% entre el agua y hortalizas en el contenido de cadmio y una muy buena correlación inversa de Pearson de -0.954% entre el agua y suelo en el contenido de plomo. No existe relación (nivel sig.=0.667) entre la cantidad de cadmio del agua y la cantidad de cadmio de las hortalizas, pero si existe relación (nivel sig.=0.046) en la cantidad de plomo con un nivel de confianza del 95% entre la variable de suelo y agua.

El análisis de cadmio, cromo y plomo en el agua de riego es de 0.00154 mg/L, 0.0310 mg/L, 0.0259 mg/L respectivamente, que son valores máximos que se obtuvieron y en comparación según los datos de las normas Estándares de Calidad

Ambiental (ECA) para Agua aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de agua en riego de vegetales que es de 0.01 mg/L en cadmio, 0.10 mg/L en cromo y 0.05 mg/L en plomo.

El resultado del análisis de cadmio, cromo y plomo en el suelo agrícola es menor a 0.020 mg/kg, 0.050 mg/kg, valor máximo de 10.991 mg/kg respectivamente y en comparación según los datos de la norma Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola aprobado mediante el DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM, se encuentra por debajo del límite máximo permisible para uso de suelo agrícola para producción de vegetales es de 1.40 mg/kg en cadmio, de 0.40 mg/kg en cromo y 70.00 mg/kg en plomo. Del análisis de cadmio en lechuga se tiene valores menores a 0.020 mg/kg y en espinaca se tiene un valor máximo de 0.1142 mg/kg en comparación según los datos de la Norma Unión Europea del Reglamento (UE), N° 488/2014 para hortalizas y frutas es de 0.05 mg/kg en cadmio, la lechuga se encuentra por debajo del límite máximo permisible y la espinaca se encuentra por encima del límite máximo permisibles decir no es apto para consumo humano.

Chambi et al. (2017) señalo que, de acuerdo a la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador y Agencia Ambiental de Holanda y, se reportó sobre el contenido de plomo en la zona agrícola (COR2P) de la parte central de la microcuenca de Coriviri, supera los límites máximos permisibles (85 mg kg⁻¹ y 100 mg kg⁻¹).

Córdoba (2019) reporta que, las plantas hortícolas regados con agua de PTAR en el caso de cadmio según el análisis en espinacas 0,42 mg/Kg y está sobre el nivel permitido que es 0,20 mg/Kg: lechugas 0,176 mg/Kg, ligeramente bajo del nivel permisible; rabanitos 0,10 mg/Kg, está por debajo del límite permisible. Comparado

con los que fueron regadas con agua de caño de Totorá, la absorción de cadmio fue: espinaca, 0,176 mg/Kg, la lechuga (0,14 mg/Kg) y el rabanito (0,10 mg/Kg); siendo los valores menores y están por debajo del límite permisible en las tres hortalizas. En el caso de cromo regados con aguas de planta de tratamiento y agua de caño fue lechugas 2,63 mg/Kg, está sobre el límite permisible que es 0,10 mg/Kg; espinacas 1,04 mg/Kg, está sobre el límite permisible que es 0,1 mg/Kg y rabanitos 1,00 mg/Kg está por encima del límite permisible; en este caso la absorción de cromo difiere según la planta hortícola, siendo mucho mayor la absorción de cromo por las lechugas, seguida por las espinacas y luego por los rabanitos.

Cossío (2015) informo que, la concentración promedio de plomo en el río Apurímac en 2014 fue de 0,0107 mg/L, con una mínima de 0,001 mg/L y una máxima de 0,031 mg/L.

Lara et al. (2015) reporto que, independientemente del cultivo, la concentración de Cd en el suelo fue estadísticamente igual a 0,07 mg/kg, según el informe. La misma tendencia se observó para el Pb, donde el suelo mostró un valor de 0,40 mg/kg.

Madueño (2017) informo que, la concentración media de plomo en lechuga fue de 1,279 ppm y el contenido promedio de cadmio fue de 0,084 ppm; a diferencia del cadmio, las concentraciones de plomo excedieron los niveles máximos de la OMS/FAO. (Codex Alimentarius; Pb = 0,3 ppm; Cd = 0,2 ppm).

Peláez et al. (2016) reportaron que, los niveles más altos de bioacumulación de metales en los tejidos vegetales mostraron el siguiente orden: raíz>tallo>hoja, donde la acumulación en el suelo fue nuevamente mayor a los 5 cm de profundidad.

Reyes et al. (2016) reportaron que el ganado que consumen pasturas y agua contaminadas con metales pesados (Cd, Pb, Hg y As,) afecta las concentraciones de estos elementos en la carne y leche. Además, las condiciones de cultivo pueden afectar las concentraciones de metales pesados sobre las diferentes matrices (aire, agua, suelo y plantas).

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados encontrados en la tesis evaluación del contenido de plomo, cadmio y cromo y en suelos agrícolas, hortalizas (lechuga y espinaca) y agua, se concluye en lo siguiente.

1. Se establece que la concentración de cadmio en el agua de riego es de 0.00154 mg/L valor máximo, en el suelo agrícola es menor a 0.020 mg/kg y en la lechuga se tiene valores menores a 0.020 mg/kg que se encuentran por debajo del límite máximo permisible de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y en espinaca se tiene un valor máximo de 0.1142 mg/kg que está por encima del límite máximo permisible de los Estándares de Calidad de la unión europea es decir no es apto para consumo humano.
2. Se precisa que el contenido de cromo en el agua de riego es de 0.0310 mg/L, en el suelo agrícola, lechuga y espinaca se tiene valores menores a 0.050 mg/kg que están por debajo del límite máximo permisible de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

3. Se señala que la concentración de plomo en el agua de riego es de 0.0259 mg/L, en el suelo agrícola el valor máximo es de 10.991 mg/kg, en la lechuga y espinaca se tiene valores menores a 0.020 mg/kg que están por debajo del límite máximo permisible de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
4. La desviación estándar de la concentración de cadmio en el suelo, el contenido de cromo en suelo, hortalizas y el contenido de plomo en hortalizas es $\sigma = 0.00$ debido a que todas las muestras presentaron resultados menores al límite de detección del equipo utilizado para el análisis y existe una escasa correlación inversa de Pearson de -0.333% entre el agua y hortalizas en el contenido de cadmio y una muy buena correlación inversa de Pearson de -0.954% entre el agua y suelo en el contenido de plomo.

5.2 Recomendaciones

Luego de haber realizado las conclusiones de la presente investigación se recomienda lo siguiente.

1. Se recomienda realizar el análisis de metales pesados antes de realizar la descarga de las aguas del PTAR.
2. Se recomienda realizar una investigación experimental de manera detallada en los cultivos agrícolas que son irrigados con las aguas del PTAR.
3. Se recomienda realizar la fitorremediación de los suelos agrícolas de totorilla.

VI. Referencias Bibliográficas

- Acosta et al. (2009). Cadmio. Efectos en la Salud y el Ambiente. Informe Medico, 11(11), 597–605. <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=000ab8cb-e50b-47d5-bd07-4a5a26e308d4%40sdc-v-sessmgr01>
- Astete, J.; Gastañaga, M. y Pérez, D. (2014). Niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en las Bambas. Perú 2010., Rev Perú Med Exp Salud Pública, 31(4), 695-701.
- Avelino, C. (2013). Eficacia de la fitoextracción para la remediación de suelos contaminados en Villa de Pasco.[Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio institucional digital UNAC <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/459/T.M.378.A91.pdf?sequence=1>
- Chambi, L.; Orsag, V. y Niura, A. (2012). Evaluación de la presencia de metales pesados y arsénico en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio Poopó. Revista Boliviana de Química 29(1), 111-119.
- Chambi, L.; Orsag, V. y Niura, A. (2017). Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio Poopó - Bolivia. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz, 4(1), 67-73.
- Chavez. (2010). Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. Revistas Ingenierías Universidad de Medellín, 9(17), 41–50. <https://doi.org/1692-3324>

Cordova. (2019). Efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales Totorá y la contaminación de las hortalizas por metales pesados en la comunidad de Totorá-Ayacucho 2017-2018. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio institucional UNFV
[http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/ UNFV/3618/CÓRDOVA MIRANDA ALCIRA IRENE - DOCTORADO.pdf? sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3618/CÓRDOVA_MIRANDA_ALCIRA_IRENE_DOCTORADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cossío, L. (2015). Contaminación por plomo y cadmio del río Apurímac - VRAE [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1130>

Cuberos, E.; Rodríguez, A. y Prieto, E. (2009). Niveles de cromo y alteraciones de salud en una población expuesta a las actividades de curtiembres en Bogotá, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 11(2), 278-289.
<https://doi.org/10.1590/S0124-00642009000200012>

Decreto supremo N°003-2010-MINAM. Aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (17 de marzo del 2010). diario El Peruano.
http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias (07 de junio de 2017) diario El Peruano.
<http://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM. Estándares de calidad ambiental (ECA) para

suelo (2 de diciembre del 2017). diario El Peruano.

<http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-011-2017-minam/>

Díaz, A.; Arroqui, A. y Sarquis, P. (2005). Estudio de niveles de cadmio en perfiles de suelo en la localidad de Villa Nueva. *Minería y Geología revista digital científico tecnológica*, 21(1), 10.

<https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/36>.

Lara, F.; Ventura, A.; Ehsan, M.; Rodríguez, A.; Vargas, J.; Landero, N. (2015).

Contenido de Cd y Pb en suelo y plantas de diferentes cultivos irrigados con aguas residuales en el valle del mezquital, Hidalgo, Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(2), 127-132.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37038028002>

Londoño, L.; Londoño, P. y Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153)

Madueño, F. (2017). Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana. [Tesis de título profesional, Universidad Mayor de San Marcos]. Cybertesis. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/7349>

Martí et al. (2009). Monitoreo de cadmio y plomo en los principales fungicidas cúpricos comercializados en Mendoza, Argentina. *Revista FCA UNCuyo*, 41(2), 109–116. <http://www.redalyc.org/html/3828/382837645008/>

Martínez et al. (2017). Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El Alacrán, Colombia. *Unicordoba, Temas agrarios*, 22(2), 21–31.

<http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/941/1182>

Mendez et al. (2000). Impacto del riego con aguas contaminadas, evaluado a través de la presencia de metales pesados en suelos. *Terra Latinoamericana*, 18(4), 277-288. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57318401>

Molina, N.; aguilar, P. y Cordovez, C. (2010). Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana. *Ciencia & Tecnología Para La Salud Visual y Ocular*, 8(1), 77-88. <https://doi.org/10.19052/sv.831>

Mosqueira. (2015). Evaluación crítica del manejo de sustancias tóxicas inorgánicas – orgánicas y el grado de contaminación de las aguas residuales de la U.N.C. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1548>

Olivares, S.; Garcia, D.; Lima, L.; Saborit, I.; Llizo, A. y Pérez, P. (2013). Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba. *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 29(4), 285-294. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000400006

Ortiz, H.; Trejo, R.; Valdez; R; Arreola, J.; Flores, A. y López, B. (2009). Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (*Amaranthus hybridus* L.) y micorrizas de metales pesados de los efluentes de la mina Marcapunta Oeste. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(2), 161-168. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027152X2009000200009&script=sci_arttext&tIng=pt

Peláez, M.; Bustamante, J. y Gomez, J. (2016). Presencia de cadmio y plomo en suelos y su bioacumulación en tejidos vegetales en especies de brachiaria en el Magdalena Medio colombiano. *Revista Luna Azul*, 1(43), 82-101.

<https://doi.org/10.1715/1/luaz.2016.43.5>

Pérez, J.; Castillo, I. y Paz, F. (2007). Asimilación de cadmio y plomo por *Nicotiana tabacum* variedad “Criollo 98” cultivada en un suelo contaminado artificialmente. Parte III Acumulación de metales pesados. *Centro agrícola* 34(4),11-17.

http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V34numero_3/cag093071559.pdf

Primera, O.; Colpas, F.; Meza, E. y fernandez, R. (2011). Carbones activados a partir de bagazo de caña de azúcar y zuro de maíz para la adsorción de cadmio y plomo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(136), 387-395.http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082011000300012&script=sci_arttext&tling=pt

Polo Bravo, C. & Sulca Quispe, L., 2018. Metales pesados. Fuentes y su toxicidad sobre la salud humana. *Revistas de ciencias*, 2, 1-16. DOI: 10.33326/27066320.2018.1.842

Quiroz. (2011). Valoración ambiental de la calidad del suelo en la microcuenca Picuroyacu en el distrito de Rupa Rupa, Leoncio Prado, Huánuco [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/891>

Ramírez y Navarro. (2015). Análisis de metales pesados en suelos irrigados con agua del río Guatiquía. *Revista Ciencia En Desarrollo*, 6(2), 167–185.

<https://doi.org/10.19053/01217488.3787>

Reyes, Y.; vergara, I.; torres, O.;Diaz, M. y gonzales, E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, 16(2), 66-77.
<https://doi.org/10.19053/1900771X.v16.n2.2016.5447>

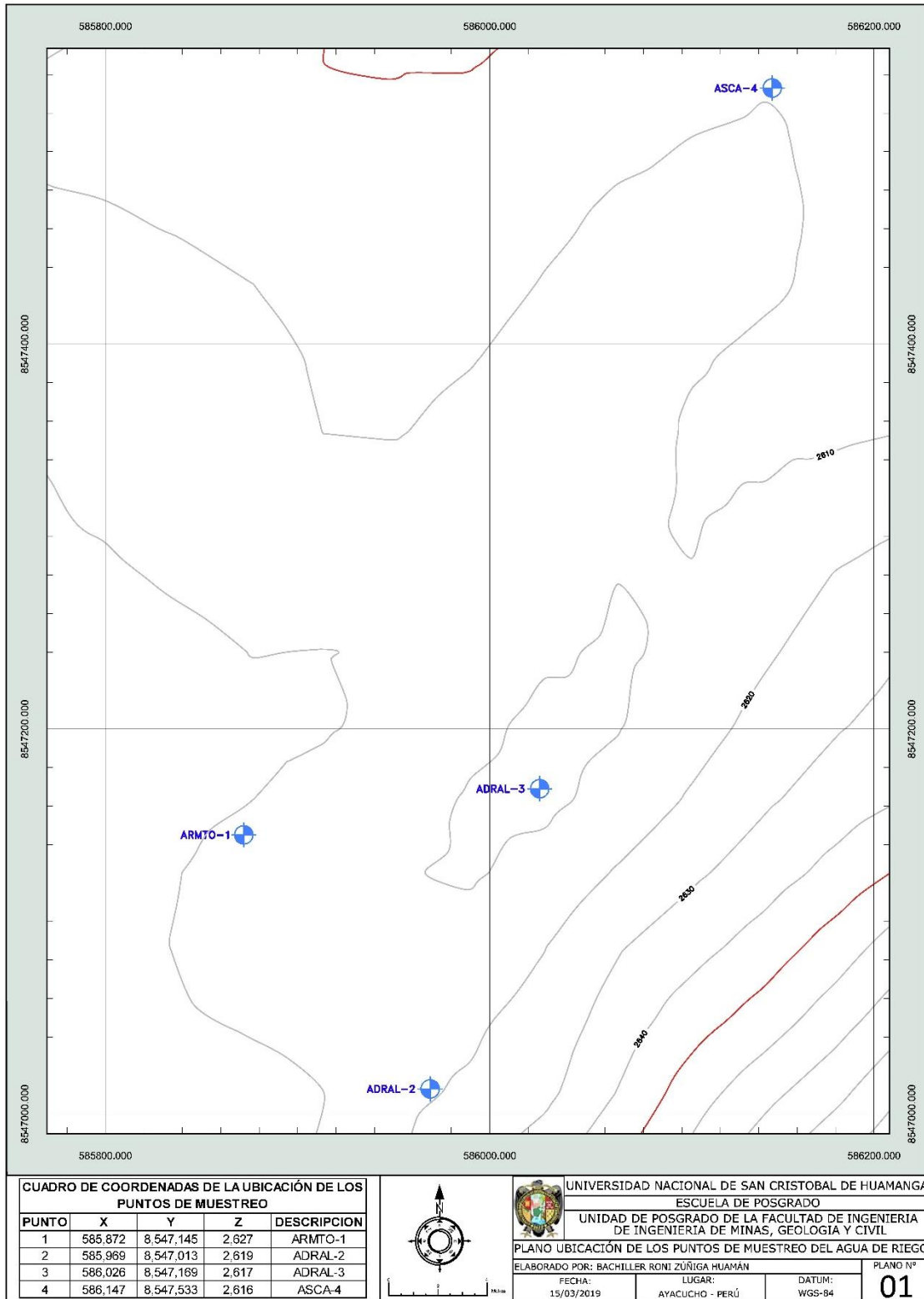
Reglamento (UE) N° 488/2014 de la Comisión.12 de mayo de 2014 por el que se modifica el Reglamento (CE) N° 1881/2006 en lo que respecta a los contenidos máximos de cadmio en los productos alimenticios. Diario Oficial de La Union Europea. <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/488/oj>

Véliz Flores , R. R., Arones Medina, E. G., Palomino Malpartida, Y. G. & Huincho Rodríguez, R., 2018. Desinfección del efluente secundario de la planta de agua residual de Ayacucho con Radiación Ultravioleta para la reutilización en riego agrícola. Revista de la Sociedad química del Perú, 84(1), 41- 56.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v84n1/a05v84n1.pdf#:~:text=El%20agua%20del%20efluente%20secundario%20de%20la%20planta,que%20puede%20ser%20reutilizada%20en%20riego%20de%20vegetales.>

Villon, A. (2009). Adsorción de cadmio y plomo en efluentes acuosos mediante borra de café peruano. [Tesis de maestría,Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/10007>

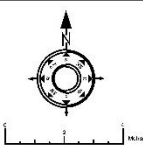
VII. Anexos

Anexo 1. Ubicación de los puntos de muestreo

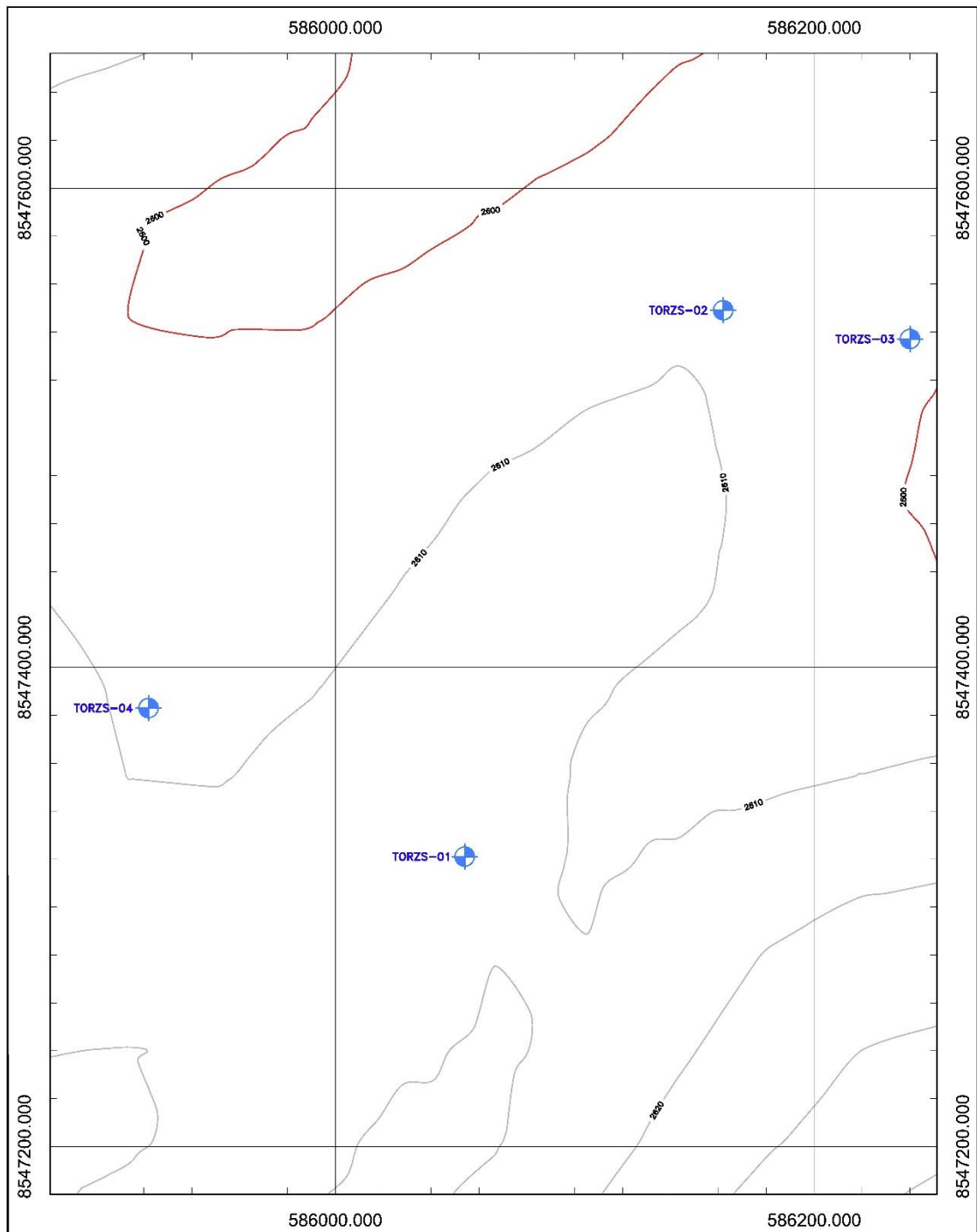


CUADRO DE COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

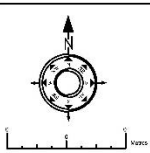
PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
1	585.872	8.547.145	2.627	ARMTO-1
2	585.969	8.547.013	2.619	ADRAL-2
3	586.026	8.547.169	2.617	ADRAL-3
4	586.147	8.547.533	2.616	ASCA-4




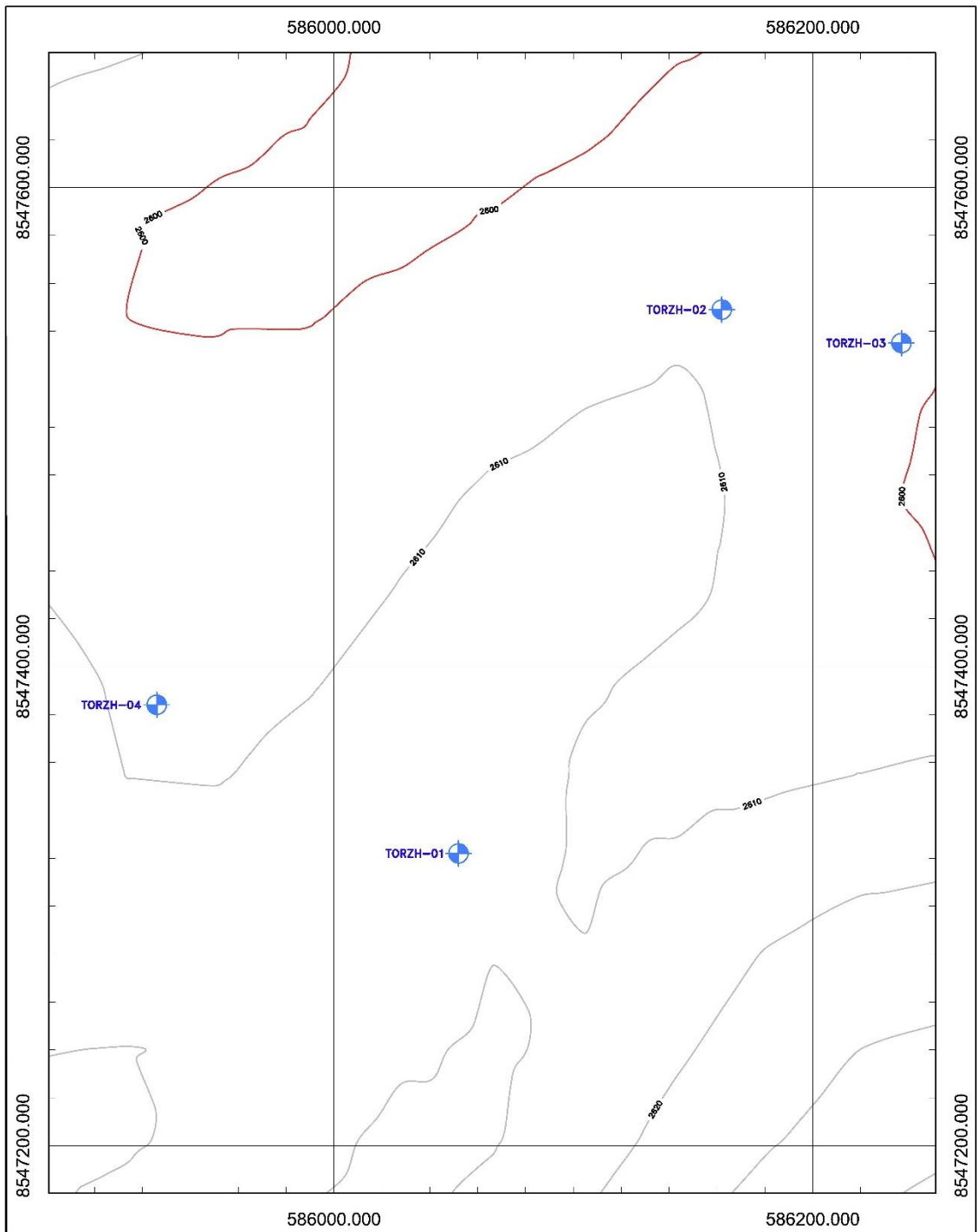
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA			
ESCUELA DE POSGRADO			
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL			
PLANO UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DEL AGUA DE RIEGO			
ELABORADO POR: BACHILLER RONI ZÚÑIGA HUAMÁN		PLANO N°	
FECHA:	LUGAR:	DATUM:	01
15/03/2019	AYACUCHO - PERÚ	WGS-84	



CUADRO DE COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO				
PUNTO	X	Y	Z	CODIGO
1	586,054.00	8,547,321.00	2,620.00	TORZS-01
2	586,162.00	8,547,549.00	2,616.00	TORZS-02
3	586,240.00	8,547,537.00	2,610.00	TORZS-03
4	585,922.00	8,547,383.00	2,615.00	TORZS-04

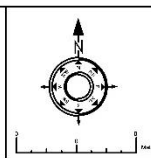



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL			
PLANO UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LOS SUELOS			
ELABORADO POR: BACHILLER RONI ZUÑIGA HUAMÁN			
FECHA:	LUGAR:	DATUM:	PLANO N°
15/03/2019	AYACUCHO - PERÚ	WGS-84	02



CUADRO DE COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCIÓN
1	586052.00	8547322.00	2626.00	TORZH-01
2	586162.00	8547549.00	2615.00	TORZH-02
3	586237.00	8547535.00	2610.00	TORZH-03
4	585926.00	8547384.00	2615.00	TORZH-04



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL			
PLANO UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LAS HORTALIZAS			
ELABORADO POR: BACHILLER RONI ZÚÑIGA HUAMÁN			
FECHA: 15/03/2019	LUGAR: AYACUCHO - PERÚ	DATUM: WGS-84	PLANO N° 03

Anexo 2. Reglamento (CE) N° 1881/2006

Ítem	Descripción	Contenido máximo de Cadmio (mg/kg)
3.2.1.	frutas y Hortalizas, excluidas las hortalizas de raíz y tubérculo, las hortalizas de hoja, las hierbas frescas, las hortalizas de hoja del género Brassica, los tallos jóvenes las setas y las algas marinas	0.05
3.2.2.	Hortalizas de raíz y tubérculo (excluidos los apios, nabos, las chirivías, los salsifés y los rábanos rusticanos), tallos jóvenes (excluido el apio). En el caso de las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas	0.10
3.2.3.	Hortalizas de hoja, hierbas frescas, hortalizas de hoja del género Brassica, apio, nabos, chirivías, salsifés, rábanos rusticanos y las siguientes setas: <i>Agaricus bisporus</i> (champiñón), <i>Pleurotus ostreatus</i> (seta de ostra) y <i>Lentinula edodes</i> (seta shiitake)	0.20
3.2.4.	Setas, excluidas las enumeradas en el punto 3.2.3	1.00
3.2.5.	Cereales, excluidos el trigo y el arroz	0.10
3.2.6.	- Granos de trigo, granos de arroz	0.20
	- Salvado de trigo y germen de trigo para el consumo directo	
	- Habas de soja	
3.2.7.	Productos específicos de cacao y chocolate enumerados a continuación	
	- Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30 %	0.10 a partir del 1 de enero de 2019
	-Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50 %; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30 %	0.30 a partir del 1 de enero de 2019
	- Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 %	0.80 a partir del 1 de enero de 2019
	- Cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	0.60 a partir del 1 de enero de 2019
3.2.8.	Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral	0.05
3.2.9.	Carne de caballo, excluidos los despojos	0.20
3.2.10.	Hígado de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos	0.50

3.2.11.	Riñones de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos	1.00
3.2.12.	Carne de pescado, excluidas las especies enumeradas en los puntos 3.2.13, 3.2.14 y 3.2.15	0.05
3.2.13.	Carne de los siguientes pescados: caballa (<i>Scomber species</i>), atún (<i>Thunnus species</i> , <i>Euthynnus species</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>) y bichique (<i>Sicyopterus lagocephalus</i>)	0.10
3.2.14.	Carne de los siguientes pescados: melva (<i>Auxis species</i>)	0.15
3.2.15.	Carne de los siguientes pescados: anchoa (<i>Engraulis species</i>), pez espada (<i>Xiphias gladius</i>) y sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	0.25
3.2.16.	Crustáceos: carne de los apéndices y del abdomen. En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (<i>Brachyura</i> y <i>Anomura</i>), la carne de los apéndices	0.50
3.2.17.	Moluscos bivalvos	1.00
3.2.18.	Cefalópodos (sin vísceras)	1.00
3.2.19.	Preparados para lactantes y preparados de continuación	
	- Preparados en polvo para lactantes elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas	0.010 a partir del 1 de enero de 2015
	- Preparados líquidos para lactantes elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas	0.005 a partir del 1 de enero de 2015
	- Preparados en polvo para lactantes elaborados a partir de aislados de proteína de soja solos o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0.020 a partir del 1 de enero de 2015
3.2.20.	- Preparados líquidos para lactantes elaborados a partir de aislados de proteína de soja solos o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0.010 a partir del 1 de enero de 2015
	Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad	0.040 a partir del 1 de enero de 2015
3.2.21.	Complementos alimenticios excluidos los complementos alimenticios enumerados en el punto 3.2.22	1.00
3.2.22.	Complementos alimenticios compuestos exclusiva o principalmente de algas marinas desecadas, de productos a base de algas marinas o de moluscos bivalvos desecados	3.00

Anexo 3. Límites máximos permisibles para los efluentes de

PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Solidos Totales en Suspensión	ml/L	150
Temperatura	°C	<35

Anexo 4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Para Suelo

Parámetros en mg/kg PS	Usos de Suelo			Métodos de ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/Parques	Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0.03	0.03	0.03	EPA 8260 EPA 8021
Tolueno	0.37	0.37	0.37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0.082	0.082	0.082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0.1	0.6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo (a) pireno	0.1	0.7	0.7	EPA 8270
Hidrocarburos de petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 (<C10-C28)	1,200	1,200	5,000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	3,000	3,000	6,000	EPA 8015
Compuestos organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB	0.50	1.30	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0.10	0.20	0.50	EPA 8260
Tricloroetileno	0.01	0.01	0.01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total	750	500	2,000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1.4	10	22	EPA 3050 EPA 3051

Cromo total	**	400	1,000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0.4	0.4	1.4	EPA 3060 EPA 7199 ó DIN EN 15192
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

Anexo 5. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad medida de	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego restringido (c)	Agua para no riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2500		5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0.5
Fenoles	mg/L	0.002		0.01

Fluoruros	mg/L	1	**	
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100	
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10	
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	= 4	= 5	
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5-8.5	6.5-8.4	
Sulfatos	mg/L	1000	100	
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5	5	
Arsénico	mg/L	0.1	0.2	
Bario	mg/L	0.7	**	
Berilio	mg/L	0.1	0.1	
Boro	mg/L	1	5	
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	
Cobre	mg/L	0.2	0.5	
Cobalto	mg/L	0.05	1	
Cromo Total	mg/L	0.1	1	
Hierro	mg/L	5	**	
Litio	mg/L	2.5	2.5	
Magnesio	mg/L	**	250	
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	
Mercurio	mg/L	0.001	0.01	
Níquel	mg/L	0.2	1	
Plomo	mg/L	0.05	0.05	
Selenio	mg/L	0.02	0.05	
Zinc	mg/L	2	24	
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0.04	0.045	
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35	35	
Organoclorados				
Aldrín	µg/L	0.004	0.7	
Clordano	µg/L	0.006	7	
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0.001	30	
Dieldrín	µg/L	0.5	0.5	
Endosulfán	µg/L	0.01	0.03	
Endrín	µg/L	0.004	0.2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0.01	0.03	
Lindano	µg/L	4	4	
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1	11	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

SGS DEL PERÚ S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Elmer Faucett N° 3348 Urb. Bocanegra, distrito de Callao, Provincia Constitucional del Callao - departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-17 F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 29 de diciembre de 2017

Fecha de Vencimiento: 28 de diciembre de 2021

Cédula N° : 0637-Z 017/INACAL-DA
Contrato N° : 046-20 1 7/INACAL-DA
Registro N° : LE-002

El presente certificado ~~de~~ tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorias/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (OMLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Fecha de emisión: 04 de enero de 2018


JULIANA HIDALGO MURRINES
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

**Anexo 7. Certificado de calibración del equipo espectroscopia
inductivamente acoplado con detector de masas**



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Declaración del resultado obtenido en la Verificación Operacional del Sistema de Espectroscopía Inductivamente acoplado con detector de masas de Agilent Technologies "ICPMS 7700x".

- La Verificación Operacional del sistema ICPMS 7700x, denominado por el cliente "ICPMS 7700x" ha sido evaluado de acuerdo con los requerimientos de Agilent Technologies.
- La Verificación operacional fue superada satisfactoriamente.

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
ICP-MS	Agilent Technologies	7700X (G3281A)	JP12151701
Automuestreador	Agilent Technologies	ASX 520 (G3286A)	US041244A520
Integrated Sample Introduction System (ISIS)	Agilent Technologies	G4911B	JP12070156
Sistema de refrigeración Chiller	Agilent Technologies	G3292A	4N1231460
PC	HP	HP Z210SFF	2UA21814RP
Monitor LCD	HP	HP Compaq LA2205WG	3CQ209BPN9
Impresora	HP	Laser	JPCCC9N07K

SOFTWARE DE CONTROL	MARCA	VERSION
Mass Hunter	Agilent Technologies	A.01.02

Ubicación : Av. Santa Rosa N° 601 - Callao

Compañía : Certificación del Perú S.A.

Responsable del Servicio : Julio Trauco.

Fecha : 06 de Julio del 2018

Nombre y firma del usuario : Luis Velásquez

Firma del responsable del servicio : Julio Trauco


 Julio C. Trauco Soaveira
 Field Service Specialist





Calle Horacio Cachay 375
 Urb. Santa Catalina - La Victoria
 Telf.: 242 0111
 Fax: 447 3756
 www.gtp.com.pe

7700x ICPMS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	ICPMS/MP-01 Edición N° 01 Revisión N° 01 01-07-13
-------------	---------------------------------	--

I.-INFORMACIÓN GENERAL

CLIENTE : Certificaciones del Perú S.A.
DIRECCIÓN : Av. Santa Rosa N° 601 - Callao
RESPONSABLE : Luis Velasquez
SISTEMA : 7700x ICPMS

<u>Equipamiento instalado:</u>	<u>Modelo</u>	<u>N° de Serie</u>
7700x ICPMS (ELAB-2052)	G3281A	JP12151701
Integrated Sample Introduction (ISIS)	G4911B	JP12070156
Automuestreador	ASX520 (G3286A)	US041244A520
Bomba de vacío mecánica	E2M18	129418205
Sistema de refrigeración Chiller	G3292A	4N1231460

<u>Software de Control</u>	<u>Versión</u>	<u>Upgrade</u>
MassHunter	A.01.02	Patch 5

II.-LISTA DE VERIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1.- Generalidades

- Consulte con el operador si el sistema ICPMS trabaja dentro de los parámetros habituales de funcionamiento (si existe alguna anomalía repórtelo).
- Consultar al usuario por el último reporte de Autotune realizado. Revisar valores de espectro de picos, línea de base, forma de pico, asignación de masas y resolución.
- Revisar los registros de rendimiento del instrumento antes de realizar el mantenimiento.
- Realice el venteo del instrumento.
- Realice inspección general del sistema:
 - Revisar si presenta evidente daño externo.
 - Revisar fugas de líquidos en la bomba mecánica.
 - Inspeccionar mangueras de vacío, tubos de escape de la bomba, cable de conexión por evidencia de uso excesivo.

Soporte Técnico División Instrumental Analítica	Página 1 de 4
--	---------------

7700x ICPMS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	ICPMS/MP-01 Edición N° 01 Revisión N° 01 01-07-13
-------------	-------------------------------------	--

- Inspeccionar los contactos del Shield plate .Limpiar o reemplazar las partes si fuera necesario.
- Inspeccionar la cinta de revestimiento de los brazos de la bomba peristáltica. Reemplazar la cinta si fuera necesario.
- Revisar las tarjetas electrónicas por acumulación de polvo, limpiar si fuera necesario.

2.-Bomba mecánica de vacío

- Drenar y reemplazar el aceite de la bomba mecánica.
- Verificar el adecuado funcionamiento del reciclaje del aceite, la válvula Gas Ballast debe estar abierta, reemplazar el filtro de la bomba de vacío.

3.-Sistema de refrigeración Chiller

- Retire, limpie y reinstale el filtro metálico.
- Registre el valor del flujo de agua: 1.52 /min RF/WC/IF

4.-Autosampler

- Retire y limpie el Z drive. Reemplazar si es necesario.
- Retire y limpie la estación de enjuague y la bandeja del autosampler.
- Revise, limpie y engrase el eje del dispositivo Y axis. Reemplazar si es necesario.
- Revise el tornillo sin fin así como la faja de transmisión del Y axis.
- Revise las tarjetas electrónicas, retire el polvo.
- Revise las tuberías de la bomba peristáltica de la estación de enjuague. Reemplace si fuera necesario.
- Reinstale en el orden inverso, verificar operatividad del autosampler.

5.- Limpieza de lentes iónicos

- Retirar los lentes extracción/omega y proceda a limpiar todos los lentes.
- Retirar la celda de reacción, plate bias y los quadropole offset lens y proceda a limpiar todos los lentes.
- Limpie el octopolo, reemplazar si fuera necesario.
- Reinstalar los lentes iónicos y cierre el analizador.
- Proceder a colocar el sistema en vacío.

Soporte Técnico División Instrumental Analítica	Página 2 de 4
--	---------------

7700x ICPMS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	ICPMS/MP-01 Edición N° 01 Revisión N° 01 01-07-13
-------------	-------------------------------------	--

6.- Pruebas finales.

- Realice el ajuste del quadropole matching.
- Realice el ajuste del octople matching.
- Verificar el buen funcionamiento del controlador de gas, cambiando el flujo y observando los valores de lectura. Realice el ajuste automático del offset de los controladores.
- Verificar en Tune (usando el último tune del usuario) que los cambios en los voltajes de los lentes resulta en un esperado cambio de la sensibilidad.
- Realice un Autotune e imprima el reporte. Compare los resultados con los del anexo.
- Registrar el valor de voltaje del EM y el discriminador.
 _____ 1671 _____ V Analog HV
 _____ 1254 _____ V Pulse HV
 _____ 4.5 _____ mV Discriminator
- Realizar la prueba de estabilidad de 10 minutos con solución Tuning.
- Registrar los valores de vacío en Standby.
 _____ 2.09E+0 _____ Pa Bk
 _____ 1.13E-5 _____ Pa An

7.- Revisión final del servicio

- Realizar la actualización en los registros mantenimiento del MassHunter.
- Pegar la etiqueta del mantenimiento preventivo realizado en el instrumento.
- Adjunte pruebas impresas de pre y post mantenimiento a la documentación del mantenimiento preventivo.

- III.- **Conclusión:** _____ EQUIPO OPERATIVO _____
- Firma del Cliente: _____ Luis Velasquez _____
- Nombre y firma del responsable del servicio GTP: _____

 Julio Trauco
- Fecha _____ 06-JULIO-2018 _____

Soporte Técnico División Instrumental Analítica	Página 3 de 4
--	---------------

7700x ICPMS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	ICPMS/MP-01 Edición N° 01 Revisión N° 01 01-07-13
-------------	-------------------------------------	--



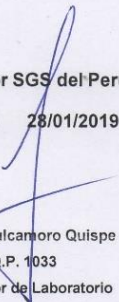
ANEXO

INFORME DE PRUEBAS

<u>MODO NO GAS</u>	
<u>Especificaciones</u>	<u>Resultados</u>
Sensibilidad	Encontrado
7	7
Li ≥ 25.5 Mcps	Li <u>52.51 Mcps</u>
89	89
Y ≥ 85 Mcps	Y <u>128.88 Mcps</u>
205	205
Tl ≥ 51 Mcps	Tl <u>102.98 Mcps</u>
Óxidos	Encontrado
156 140	156 140
Ce / Ce ≤ 1.38 %	Ce / Ce <u>0.792 %</u>
Doble carga	Encontrado
70 140	70 140
Ce / Ce ≤ 2.3 %	Ce / Ce <u>1.184 %</u>
Eje de masas	Encontrado
7	7
Li ± 0.1	Li <u>7.00</u>
89	89
Y ± 0.1	Y <u>88.95</u>
205	205
Tl ± 0.1	Tl <u>204.95</u>
Resolución de masas	Encontrado
7	7
Li 0.65 a 0.80 @ 10%	Li <u>0.760</u>
89	89
Li 0.65 a 0.80 @ 10%	Li <u>0.713</u>
205	205
Tl 0.65 a 0.80 @ 10%	Tl <u>0.751</u>
Estabilidad (10 min)	Encontrado (10 min.)
7	7
Li ≤ 3.45 % RSD	Li <u>0.79 %RSD</u>
89	89
Y ≤ 3.45 % RSD	Y <u>1.04 %RSD</u>
205	205
Tl ≤ 3.45 % RSD	Tl <u>1.07 %RSD</u>
	<u>MODO He</u>
Sensibilidad	Encontrado
59	59
Co ≥ 20.4 Mcps	Co <u>35.96 Mcps</u>

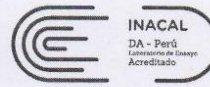
Soporte Técnico División Instrumental Analítica	Página 4 de 4
--	---------------

Anexo 8. Resultado del análisis de las muestras de agua

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002						
INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1901666							
<hr/> ZUÑIGA HUAMAN RONI PASAJE CHIQUINTIRA MZ B LOTE 6 CANAN ALTO ENV / LB-344986-001 PROCEDENCIA : TOTORILLA <hr/>							
Fecha de Recepción SGS : 23-01-2019							
Fecha de Ejecución : Del 23-01-2019 al 28-01-2019							
Muestreo Realizado Por : CLIENTE							
<table border="1" data-bbox="609 1030 919 1254"><thead><tr><th>Estación de Muestreo</th></tr></thead><tbody><tr><td>ARMTO-1</td></tr><tr><td>ADRAL-2</td></tr><tr><td>ADRAL-3</td></tr><tr><td>ASCA-4</td></tr></tbody></table>			Estación de Muestreo	ARMTO-1	ADRAL-2	ADRAL-3	ASCA-4
Estación de Muestreo							
ARMTO-1							
ADRAL-2							
ADRAL-3							
ASCA-4							
 Emitido por SGS del Perú S.A.C. Impreso el 28/01/2019  Frank M. Julcanoro Quispe C.O.P. 1033 Coordinador de Laboratorio							
<hr/> <p style="text-align: right;">Página 1 de 7</p> <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 25%;">SGS del Perú S.A.C.</td><td style="width: 25%;">Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gunther 275 Jr. Arnaldo Márquez</td><td style="width: 25%;">Callao 1 Parque Industrial Ba. San Antonio</td><td style="width: 25%;">Callao t (511) 517 1900 Arequipa t (054) 213 506 Cajamarca t (076) 366 092</td><td style="width: 20%;">www.sgs.pe e Pe.servicios@sgs.com</td></tr></table> <hr/> <p style="text-align: right;">Miembro del Grupo SGS</p>			SGS del Perú S.A.C.	Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gunther 275 Jr. Arnaldo Márquez	Callao 1 Parque Industrial Ba. San Antonio	Callao t (511) 517 1900 Arequipa t (054) 213 506 Cajamarca t (076) 366 092	www.sgs.pe e Pe.servicios@sgs.com
SGS del Perú S.A.C.	Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gunther 275 Jr. Arnaldo Márquez	Callao 1 Parque Industrial Ba. San Antonio	Callao t (511) 517 1900 Arequipa t (054) 213 506 Cajamarca t (076) 366 092	www.sgs.pe e Pe.servicios@sgs.com			



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1901666**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ARMT0-1	ADRAL-2	ADRAL-3
FECHA DE MUESTREO					8547145N / 585872E	8547013N / 585968E	8547169N / 586026E
HORA DE MUESTREO					21/01/2019	21/01/2019	21/01/2019
CATEGORIA					03:33:00	03:55:00	04:14:00
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
					AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Metales Totales							
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	1.033	4.247	1.633
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00890	0.00849	0.00500
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0920	0.1826	0.1053
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00025	0.00012
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.101	0.102	0.176
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	50.594	39.312	31.863
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00199	0.00788	0.00312
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0009	0.0071
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00077	0.00171	0.00123
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00199	0.00708	0.01395
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0026	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4481	0.5326	0.3717
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.230	0.342	4.054
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00026	0.00138	0.00059
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.6915	3.0454	1.2868
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0039	0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0118	0.0185	0.0469
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	21.818	17.142	9.697
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.08237	0.15400	0.11546
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00440	0.00312	0.00227
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014	0.0048	0.0036
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Piomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0024	0.0016
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	16.73	6.02	12.35

Página 2 de 7

SGS del Perú S.A.C.

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

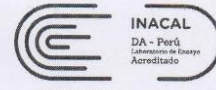
Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

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

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1901666

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ARMTO-1	ADRAL-2	ADRAL-3
FECHA DE MUESTREO					8547145N / 585872E	8547013N / 585969E	8547189N / 586026E
HORA DE MUESTREO					21/01/2019	21/01/2019	21/01/2019
CATEGORIA					03.33.00	03.55.00	04.14.00
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
					AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Metales Totales							
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0128	0.0234	0.0437
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	67.73 *	82.61 *	45.71 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	31.66	38.81	21.36
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	49.385	32.008	65.412
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0419	0.1115	0.0584
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.005188	0.002381	0.000783
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0396	0.0264	0.0098
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00013	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0043	0.0152	0.0406
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	0.00333	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ASCA-4
FECHA DE MUESTREO					8547533N / 586147E
HORA DE MUESTREO					21/01/2019
CATEGORIA					05.39.00
SUBCATEGORIA					AGUA NATURAL
					AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	21.885
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01324
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3605

Página 3 de 7

SGS del Perú S.A.C.

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

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

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

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

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1901666

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					
					ASCA-4
					6547533N / 586147E
FECHA DE MUESTREO					21/01/2019
HORA DE MUESTREO					05:39:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00107
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.113
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00154
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	58.003
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.04547
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0044
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00998
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.03498
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0259
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.7422
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	1.300
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00784
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	18.1216
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0219
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0219
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00009
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	31.481
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.61546
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00048
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00702
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0280
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000254
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0310
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	10.73
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0595
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	175.17 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	81.88

Página 4 de 7

SGS del Perú S.A.C.

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

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

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

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

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1901666**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ASCA-4
FECHA DE MUESTREO					8547533N I 586147E 21/01/2019
HORA DE MUESTREO					05:39:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	51.093
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Torio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.8146
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.005835
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0810
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00071
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.5877
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.01059

Página 5 de 7

SGS del Perú S.A.C.

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

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

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

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

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1901666

CONTROL DE CALIDAD

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 8%	109%	100%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	96 - 97%	98%	2%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 4%	92 - 102%	101%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	95 - 97%	99%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	93 - 95%	97%	2%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 99%	99%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 7%	94 - 99%	98%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 3%	99%	100%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 7%	98 - 100%	99%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 3%	101 - 106%	100%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	99 - 101%	102%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 6%	100 - 104%	100%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 5%	92 - 95%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 2%	99 - 101%	97%	2%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	100 - 104%	99%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 2%	102 - 103%	102%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 7%	98%	97%	0%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 5%	95 - 101%	102%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	99%	98%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	101 - 102%	104%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	96 - 99%	98%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 5%	103 - 104%	101%	2%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	95 - 108%	97%	2%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 8%	97 - 98%	100%	2%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	100 - 102%	100%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 3%	98 - 99%	98%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 1%	101 - 106%	101%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00005	<0.00005	0 - 6%	97 - 99%	100%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	97%	99%	2%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 4%	100 - 104%	100%	0%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	97 - 99%	100%	0%
Piomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 1%	100%	102%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 1%	100%	100%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 7%	97 - 105%	106%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 2%	96 - 98%	100%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 3%	92%	109%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 3%	92%	109%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 4%	98 - 99%	97%	0%
Talio Total	mg/L	0.00005	<0.00005	0%	100 - 101%	102%	2%
Tantalo Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	97 - 98%	100%	2%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	97 - 99%	101%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	97 - 103%	105%	2%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	100%	100%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 1%	97 - 99%	98%	4%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	98 - 101%	98%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	97 - 98%	101%	2%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 1%	97 - 99%	101%	2%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	100%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	97 - 102%	104%	2%

Página 6 de 7

SGS del Perú S.A.C.

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

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

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

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

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1901666**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

Notas:

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

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

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Página 7 de 7

SGS del Perú S.A.C.

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

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

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

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

Miembro del Grupo SGS

Anexo 9. Resultado del análisis de las muestras de suelo



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayos
Acreditado

Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-01366/19

Pág.1/2

Solicitante : **ZUÑIGA HUAMAN, RONI**

Domicilio legal : **Anexo Amargura - Anco - La Mar - Ayacucho**

Producto declarado : **SUELO**

Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 530 g
Muestra proporcionada por el solicitante**

Identificación de la muestra : **CÓDIGO: TORZS-01
LUGAR DE MUESTREO: TOTORILLA-AYACUCHO
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 21/01/2019 5:05 P.M
RESPONSABLE DE MUESTREO: RONI ZUÑIGA
ALTITUD: 2626 m.s.n.m
COORDENADAS: 586054 ESTE; 8547321 NORTE**

Forma de Presentación : **En bolsa de polietileno, cerrada y conservada a temperatura ambiente**

Fecha de recepción : **2019 - 01 - 23**

Fecha de inicio del ensayo : **2019 - 01 - 24**

Fecha de término del ensayo : **2019 - 02 - 01**

Ensayo realizado en : **Laboratorio ICP-AA**

Identificado con : **H/S 19000730 (EXAG-01110-2019)**

Validez del documento : **Este documento es válido solo para las muestras descritas**

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,050	mg/kg	12,841
Antimonio (Sb)	0,020	mg/kg	<0,020
Arsénico (As)	0,050	mg/kg	<0,050
Bario (Ba)	0,015	mg/kg	134,9
Berilio (Be)	0,015	mg/kg	<0,015
(*) Bismuto (Bi)	0,050	mg/kg	<0,050
Cadmio (Cd)	0,020	mg/kg	<0,020
Cobalto (Co)	0,030	mg/kg	<0,030
Cobre (Cu)	0,030	mg/kg	14,97
Cromo (Cr)	0,050	mg/kg	<0,050
(*) Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,0250
(*) Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	54,65
(*) Litio (Li)	0,025	mg/kg	9,93
Mercurio (Hg)	0,010	mg/kg	<0,010
(*) Molibdeno (Mo)	0,020	mg/kg	<0,020
Niquel (Ni)	0,035	mg/kg	14,73
Plata (Ag)	0,005	mg/kg	<0,0050

LD: Límite de detección
(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"



**LABORATORIO
CERPER**

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 1-01366/19

Pág.2/2

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	10,93
Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
Talio (Tl)	0,025	mg/kg	<0,0250
Metales Totales ICP-Masa			
(*) Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	143,9
(*) Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
Vanadio (V)	0,050	mg/kg	21,86
Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	49,33

LD: Límite de detección

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"

MÉTODOS

Metales Totales ICP-Masa: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio, Vanadio, Zinc: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

(*)**Metales Totales ICP-Masa:** Bismuto, Estaño, Estroncio, Litio, Molibdeno, Titanio, Uranio: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de febrero de 2019
MB

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-01367/19

Pág.1/2

Solicitante : ZUÑIGA HUAMAN, RONI
 Domicilio legal : Anexo Amargura - Anco - La Mar - Ayacucho
 Producto declarado : SUELO
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 520 g
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : CÓDIGO: TORZS-02
 LUGAR DE MUESTREO: TOTORILLA-AYACUCHO
 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 21/01/2019 5:10 P.M
 RESPONSABLE DE MUESTREO: RONI ZUÑIGA
 ALTITUD: 2615 m.s.n.m.
 COORDENADAS: 586161 ESTE; 8547549 NORTE
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y conservada a temperatura ambiente
 Fecha de recepción : 2019 - 01 - 23
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 01 - 24
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 02 - 01
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA
 Identificado con : H/S 19000730 (EXAG-01110-2019)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,050	mg/kg	10,012
Antimonio (Sb)	0,020	mg/kg	<0,020
Arsénico (As)	0,050	mg/kg	<0,050
Bario (Ba)	0,015	mg/kg	150,6
Berilio (Be)	0,015	mg/kg	<0,015
(*) Bismuto (Bi)	0,050	mg/kg	<0,050
Cadmio (Cd)	0,020	mg/kg	<0,020
Cobalto (Co)	0,030	mg/kg	<0,030
Metales Totales ICP-Masa			
Cobre (Cu)	0,030	mg/kg	12,74
Cromo (Cr)	0,050	mg/kg	<0,050
(*) Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,0250
(*) Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	50,63
(*) Litio (Li)	0,025	mg/kg	7,38
Mercurio (Hg)	0,010	mg/kg	<0,010
(*) Molibdeno (Mo)	0,020	mg/kg	<0,020
Níquel (Ni)	0,035	mg/kg	11,51
Plata (Ag)	0,005	mg/kg	<0,0050

LD: Límite de detección

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"



CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (049) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-01367/19

Pág. 2/2

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	10,991
Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
Talio (Tl)	0,025	mg/kg	<0,0250
Metales Totales ICP-Masa			
(*) Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	159,9
(*) Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
Vanadio (V)	0,050	mg/kg	21,36
Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	32,96

LD: Límite de detección

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"

MÉTODOS

Metales Totales ICP-Masa: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Niquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio, Vanadio, Zinc: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

(*) Metales Totales ICP-Masa: Bismuto, Estaño, Estroncio, Litio, Molibdeno, Titanio, Uranio: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de febrero de 2019

MB

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.

ING. ROSA PALOMINO LEO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 6316



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-01368/19

Pág.1/2

Solicitante : ZUÑIGA HUAMAN, RONI
 Domicilio legal : Anexo Amargura - Anco - La Mar - Ayacucho
 Producto declarado : SUELO
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 530 g
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra :
 CODIGO: TORZS-03
 LUGAR DE MUESTREO: TOTORILLA-AYACUCHO
 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 21/01/2019 6:15 P.M
 RESPONSABLE DE MUESTREO: RONI ZUÑIGA
 ALTITUD: 2610 m.s.n.m.
 COORDENADAS: 586240 ESTE; 8547537 NORTE
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y conservada a temperatura ambiente
 Fecha de recepción : 2019 - 01 - 23
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 01 - 24
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 02 - 01
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA
 Identificado con : H/S 19000730 (EXAG-01110-2019)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,050	mg/kg	10 933
Antimonio (Sb)	0,020	mg/kg	<0,020
Arsénico (As)	0,050	mg/kg	<0,050
Bario (Ba)	0,015	mg/kg	114,0
Berilio (Be)	0,015	mg/kg	<0,015
(*) Bismuto (Bi)	0,050	mg/kg	<0,050
Cadmio (Cd)	0,020	mg/kg	<0,020
Cobalto (Co)	0,030	mg/kg	<0,030
Cobre (Cu)	0,030	mg/kg	15,20
Cromo (Cr)	0,050	mg/kg	<0,050
(*) Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,0250
(*) Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	52,30
(*) Litio (Li)	0,025	mg/kg	8,29
Mercurio (Hg)	0,010	mg/kg	<0,010
(*) Molibdeno (Mo)	0,020	mg/kg	<0,020
Niquel (Ni)	0,035	mg/kg	12,3
Plata (Ag)	0,005	mg/kg	<0,0050

LD: Límite de detección

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"



CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (049) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-01368/19

Pág.2/2

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	9,809
Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
Talio (Tl)	0,025	mg/kg	<0,0250
Metales Totales ICP-Masa (*) Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	233,7
(*) Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
Vanadio (V)	0,050	mg/kg	32,50
Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	49,49

LD: Límite de detección

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"

MÉTODOS

Metales Totales ICP-Masa: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio, Vanadio, Zinc. EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

(*) Metales Totales ICP-Masa: Bismuto, Estaño, Estroncio, Litio, Molibdeno, Titanio, Uranio: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de febrero de 2019
MB

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-01369/19

Pág.1/2

Solicitante : ZUÑIGA HUAMAN, RONI
 Domicilio legal : Anexo Amargura - Anco - La Mar - Ayacucho
 Producto declarado : SUELO
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 550 g
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : CODIGO: TORZS-04
 LUGAR DE MUESTREO: TOTORILLA-AYACUCHO
 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 21/01/2019 6:17 P.M
 RESPONSABLE DE MUESTREO: RONI ZUÑIGA
 ALTITUD: 2615 m.s.n.m .
 COORDENADAS: 585922 ESTE; 8547383 NORTE
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y conservada a temperatura ambiente
 Fecha de recepción : 2019 - 01 - 23
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 01 - 24
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 02 - 01
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA
 Identificado con : H/S 19000730 (EXAG-01110-2019)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,050	mg/kg	9,993
Antimonio (Sb)	0,020	mg/kg	<0,020
Arsénico (As)	0,050	mg/kg	<0,050
Bario (Ba)	0,015	mg/kg	157,8
Berilio (Be)	0,015	mg/kg	<0,015
(*) Bismuto (Bi)	0,050	mg/kg	<0,050
Cadmio (Cd)	0,020	mg/kg	<0,020
Cobalto (Co)	0,030	mg/kg	<0,030
Metales Totales ICP-Masa			
Cobre (Cu)	0,030	mg/kg	11,67
Cromo (Cr)	0,050	mg/kg	<0,050
(*) Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,0250
(*) Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	49,62
(*) Litio (Li)	0,025	mg/kg	7,33
Mercurio (Hg)	0,010	mg/kg	<0,010
(*) Molibdeno (Mo)	0,020	mg/kg	<0,020
Niquel (Ni)	0,035	mg/kg	12,88
Plata (Ag)	0,005	mg/kg	<0,0050

LD: Límite de detección

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"



CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (049) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 1-01369/19

Pág.2/2

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	7,095
Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
Talio (Tl)	0,025	mg/kg	<0,0250
Metales Totales ICP-Masa (*) Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	294,6
(*) Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
Vanadio (V)	0,050	mg/kg	33,98
Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	38,69

LD: Límite de detección

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA"

MÉTODOS

Metales Totales ICP-Masa: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Niquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio, Vanadio, Zinc: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

(*)Metales Totales ICP-Masa: Bismuto, Estaño, Estroncio, Litio, Molibdeno, Titanio, Uranio: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de febrero de 2019

MB

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO

Oficina Principal

Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA

Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE

Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA

Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Ensayo	LD	Unidad	Resultados	
Metales Totales ICP-Masa	Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	<0,020
	Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
	Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	0,6918
	Talio (Tl)	0,025	mg/kg	<0,0250
	Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
	Vanadio (V)	0,050	mg/kg	<0,050
	Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	1,97

LD: Límite de detección

MÉTODO
Metales Totales ICP-Masa: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

 Callao, 04 de febrero de 2019
 MB

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (049) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161



INFORME DE ENSAYO N° 1-01176/19

Pág.1/2

Solicitante : ZUÑIGA HUAMAN, RONI
Domicilio legal : Anexo Amargura - Anco - La Mar - Ayacucho
Producto declarado : HOJAS LECHUGA
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 300 g
Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra : LECHUGA CRESPA VERDE
CODIGO: TORZH-02
LUGAR DE MUESTREO: TOTORILLA-AYACUCHO
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 21/01/2019 5:00 P.M
RESPONSABLE DE MUESTREO: RONI ZUÑIGA
ALTITUD: 2615 m.s.n.m
COORDENADAS: 586161 ESTE; 8547549 NORTE
Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y conservada a temperatura ambiente
Fecha de recepción : 2019 - 01 - 23
Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 01 - 24
Fecha de término del ensayo : 2019 - 02 - 01
Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA
Identificado con : H/S 19000730 (EXAG-01110-2019)
Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,050	mg/kg	36,12
Antimonio (Sb)	0,020	mg/kg	<0,020
Arsénico (As)	0,050	mg/kg	<0,050
Bario (Ba)	0,015	mg/kg	2,309
Berilio (Be)	0,015	mg/kg	<0,015
Bismuto (Bi)	0,050	mg/kg	<0,050
Cadmio (Cd)	0,020	mg/kg	<0,020
Cobalto (Co)	0,030	mg/kg	<0,030
Metales Totales ICP-Masa			
Cobre (Cu)	0,030	mg/kg	0,4653
Cromo (Cr)	0,050	mg/kg	<0,050
Estáño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,0250
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	5,145
Litio (Li)	0,025	mg/kg	<0,025
Mercurio (Hg)	0,010	mg/kg	<0,010
Molibdeno (Mo)	0,020	mg/kg	<0,020
Níquel (Ni)	0,035	mg/kg	<0,035
Plata (Ag)	0,005	mg/kg	<0,0050

LD: Límite de detección



CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	<0,020
Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	1,056
Talio (Tl)	0,025	mg/kg	<0,0250
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
Vanadio (V)	0,050	mg/kg	<0,050
Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	2,57

LD Límite de detección

MÉTODO
Metales Totales ICP-Masa: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

 Callao, 04 de febrero de 2019.
 MB

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (049) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161



INFORME DE ENSAYO N° 1-01177/19

Pág.1/2

Solicitante : ZUÑIGA HUAMAN, RONI
Domicilio legal : Anexo Amargura - Anco - La Mar - Ayacucho
Producto declarado : HOJAS ESPINACA
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 400 g
Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra : ESPINACA HOJA LISA
CODIGO: TORZH-03
LUGAR DE MUESTREO: TOTORILLA-AYACUCHO
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 21/01/2019 6:10 P.M
RESPONSABLE DE MUESTREO: RONI ZUÑIGA
ALTITUD: 2610 m.s.n.m
COORDENADAS: 582237 ESTE; 8547535 NORTE
Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y conservada a temperatura ambiente
Fecha de recepción : 2019 - 01 - 23
Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 01 - 24
Fecha de término del ensayo : 2019 - 02 - 01
Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA
Identificado con : H/S 19000730 (EXAG-01110-2019)
Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,050	mg/kg	28,71
Antimonio (Sb)	0,020	mg/kg	<0,020
Arsénico (As)	0,050	mg/kg	<0,050
Bario (Ba)	0,015	mg/kg	2,933
Berilio (Be)	0,015	mg/kg	<0,015
Bismuto (Bi)	0,050	mg/kg	<0,050
Cadmio (Cd)	0,020	mg/kg	0,1142
Cobalto (Co)	0,030	mg/kg	<0,030
Metales Totales ICP-Masa			
Cobre (Cu)	0,030	mg/kg	0,8863
Cromo (Cr)	0,050	mg/kg	<0,050
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,0250
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	10,07
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,16
Mercurio (Hg)	0,010	mg/kg	<0,010
Molibdeno (Mo)	0,020	mg/kg	<0,020
Niquel (Ni)	0,035	mg/kg	0,2013
Plata (Ag)	0,005	mg/kg	<0,0050

LD: Límite de detección



CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	<0,020
Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	0,8053
Metales Totales ICP-Masa			
Taio (Ti)	0,025	mg/kg	<0,0250
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
Vanadio (V)	0,050	mg/kg	0,08095
Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	3,12

LD: Límite de detección

MÉTODO
Metales Totales ICP-Masa: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de febrero de 2019

MB

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (049) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161



INFORME DE ENSAYO N° 1-01178/19

Pág.1/2

Solicitante : ZUÑIGA HUAMAN, RONI
 Domicilio legal : Anexo Amargura - Anco - La Mar - Ayacucho
 Producto declarado : HOJAS ESPINACA
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 360 g
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : ESPINACA HOJA LISA
 CODIGO: TORZH-04
 LUGAR DE MUESTREO: TOTORILLA-AYACUCHO
 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 21/01/2019 6:25 P.M
 RESPONSABLE DE MUESTREO: RONI ZUÑIGA
 ALTITUD: 2615 m.s.n.m
 COORDENADAS: 585926 ESTE; 8547384 NORTE
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y conservada a temperatura ambiente
 Fecha de recepción : 2019 - 01 - 23
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 01 - 24
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 02 - 01
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA
 Identificado con : H/S 19000730 (EXAG-01110-2019)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,050	mg/kg	83,81
Antimonio (Sb)	0,020	mg/kg	<0,020
Arsénico (As)	0,050	mg/kg	<0,050
Bario (Ba)	0,015	mg/kg	3,57
Berilio (Be)	0,015	mg/kg	<0,015
Bismuto (Bi)	0,050	mg/kg	<0,050
Cadmio (Cd)	0,020	mg/kg	<0,020
Cobalto (Co)	0,030	mg/kg	<0,030
Metales Totales ICP-Masa			
Cobre (Cu)	0,030	mg/kg	0,8967
Cromo (Cr)	0,050	mg/kg	<0,050
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,0250
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	9,194
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,15
Mercurio (Hg)	0,010	mg/kg	<0,010
Molibdeno (Mo)	0,020	mg/kg	0,05859
Niquel (Ni)	0,035	mg/kg	<0,035
Plata (Ag)	0,005	mg/kg	<0,0050

LD: Límite de detección



CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (51) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores - Arequipa
 T. (054) 265572

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (049) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



INFORME DE ENSAYO N° 1-01178/19

Pág.2/2

Ensayo	LD	Unidad	Resultados	
Metales Totales ICP-Masa	Plomo (Pb)	0,020	mg/kg	<0,020
	Selenio (Se)	0,050	mg/kg	<0,050
	Titanio (Ti)	0,050	mg/kg	4,305
	Talio (Tl)	0,025	mg/kg	<0,0250
	Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,0050
	Vanadio (V)	0,050	mg/kg	0,3159
	Zinc (Zn)	0,050	mg/kg	3,80

LD: Límite de detección

MÉTODO

Metales Totales ICP-Masa: EPA METHOD 6020A. 2007. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils)

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de febrero de 2019

MB

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS


CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (049) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Anexo 11. Análisis de caracterización de suelo agrícola



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
Ayacucho – Perú

HR. 0011


“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

Región	Ayacucho	Provincia	Huamanga
Distrito	Jesús de Nazareno	Comunidad	La Totorilla
Proyecto	“Tesis Posgrado”	Solicitante	St. Roni Zúñiga Huamán

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Muestra	Análisis mecánico (%)		Clase Textural	pH (H ₂ O)	C. E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)					Cationes cambiables (Cmol(+) / Kg)			C. I. C. (Cmol(+) / Kg)
	Arena	Limo							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	36.7	30.2	Fr-Ar	7.37	0.701	0.0	1.78	0.09	47.7	220.8	3.52	2.80	1.13	0.87	0.0	0.0	14.9

Ayacucho, 06 de Febrero del 2019.


Juan B. Gilón Molina
C.I.P. 77120
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS PLANTAS AGUAS Y FERTILIZANTES RESPONSABLE

As: Arenoso; AoFr: Arena franca; Fr:Ao: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrAr:Ao: Franco arcillo arenoso; Fr:Ar: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 12. *Panel fotográfico de las actividades realizadas durante la ejecución de la tesis*







**UNSCH**ESCUELA DE
POSGRADO**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD 137-2023-UNSCH-EPG/EGAP**

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de Posgrado en segunda instancia para la **Escuela de Posgrado - UNSCH**; en cumplimiento a la Resolución Directoral N^º 198-2021-UNSCH-EPG/D, Reglamento de Originalidad de trabajos de Investigación de la UNSCH, otorga lo siguiente:

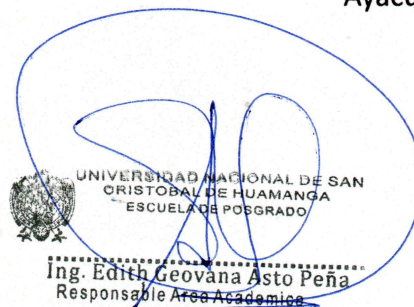
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

AUTOR:	Bach. Zuñiga Huaman, Roni
DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS:	MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA:	MAESTRO
DENOMINACIÓN DEL GRADO ACADÉMICO:	MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
TÍTULO DE TESIS:	Evaluación del contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos y hortalizas regados con efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales – La Titora, Ayacucho
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD:	22% de similitud
Nº DE TRABAJO:	2155102326
FECHA:	31-ago.-2023

Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es procedente otorgar la constancia de originalidad con depósito.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 31 de Agosto del 2023.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTOBAL DE HUAMANGA
ESCUELA DE POSGRADO
Ing. Edith Geovana Asto Peña
Responsable Área Académica

Evaluación del contenido de
plomo, cromo y cadmio en
suelos y hortalizas regados con
efluentes de planta de
tratamiento de aguas
residuales – La Totora,
Ayacucho

por Roni Zuñiga Huaman

Fecha de entrega: 31-ago-2023 11:28a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2155102326

Nombre del archivo: TESIS_HEAVY_M.docx (31.38M)

Total de palabras: 17672

Total de caracteres: 93175

Evaluación del contenido de plomo, cromo y cadmio en suelos y hortalizas regados con efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales – La Totora, Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	8%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1%
4	www.grafiati.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
8	docplayer.es Fuente de Internet	1%

9 www.scielo.org.bo 1 %
Fuente de Internet

10 angie-buap.blogspot.com 1 %
Fuente de Internet

11 www.flacsoandes.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

12 bdigital.uncu.edu.ar <1 %
Fuente de Internet

13 repositorio.uladech.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

14 www.researchgate.net <1 %
Fuente de Internet

15 repositorio.unh.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

16 PORTUGUEZ LOPEZ CARLOS ENRIQUE. "DAAC del Fundo Sociedad Agrícola Moche Norte-IGA0013805", R.D.G. N° 362-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 <1 %
Publicación

17 repositorio.ucv.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

18 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru <1 %
Trabajo del estudiante

repositorio.untels.edu.pe

19	Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	rpmesp.ins.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	1library.co Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.uroosevelt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
29	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

31	2fwww.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	M. Á. Ramírez Niño, M. Á. Navarro Ramírez. "Análisis de metales pesados en suelos irrigados con agua del río Guatiquía", CIENCIA EN DESARROLLO, 2015 Publicación	<1 %
35	dicyt.uto.edu.bo Fuente de Internet	<1 %
36	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	ecogenesis.com.ar Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Colegio San Viator Trabajo del estudiante	<1 %
41	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

42 ERM PERU S.A.. "EIA para la Instalación y Operación de una Estación de Compresión y un Gasoducto de 16 km desde Pariñas a Refinería Talara-IGA0000631", R.D. N° 692-2006-MEM/AAE, 2020
Publicación <1 %

43 dspace.unl.edu.ec
Fuente de Internet <1 %

44 micanaldepanama.com
Fuente de Internet <1 %

45 repositorio.unal.edu.co
Fuente de Internet <1 %

46 ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "Modificación del PAMA del Fundo Avo-IGA0015647", R.D.G. N° 301-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022
Publicación <1 %

47 pt.scribd.com
Fuente de Internet <1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCION GERENCIA DE
PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0480-2023-UNSCH-EPG/D**

Siendo las 4:00 p.m. del 7 de Agosto de 2023 se reunieron auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el Jurado Examinador y Calificador de tesis, presidido por el **Dr. Oscar GUTIÉRREZ HUAMANÍ** director (e) de la Escuela de Posgrado, **Dr. Jaime Alberto HUAMÁN MONTES** director (e) de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, e integrado por los siguientes miembros: **Dr. Indalecio QUISPE RODRIGUEZ** y el **Mtro. Jaime Leandro BENDEZU PRADO**; para la sustentación oral y pública de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO, CROMO Y CADMIO EN SUELOS Y HORTALIZAS REGADOS CON EFLUENTES DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – LA TOTORA, AYACUCHO**. En la Ciudad de Ayacucho del 2023 presentado por el **Bach. Roni ZUÑIGA HUAMÁN**. Teniendo como asesor al **Dr. Lurquin Marino ZAMBRANO OCHOA**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **MAESTRO (A) en CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCION GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

A continuación el Jurado Examinador y Calificador de tesis procedió a la votación, la que dio resultado el siguiente calificativo: QUINCE - (15)

CALIFICACION (*)

Aprobado por unanimidad	X
Aprobado por Mayoría	—
Desaprobada por Unanimidad	—
Desaprobada por mayoría	—

(*) Marcar con aspa

Luego, el presidente del Jurado recomienda que la que la Escuela de Posgrado proponga que se le otorgue al **Bach. Roni ZUÑIGA HUAMÁN**, el Grado Académico de **MAESTRO (A) en CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCION GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE** Siendo las 6:10 p.m. hrs. Se levanta la sesión.

Se extiende el acta en la ciudad de Ayacucho, a las 6:10 p.m...... hrs. Del 07 de agosto 2023.

.....
Dr. Oscar GUTIÉRREZ HUAMANÍ
Director (e) de la Escuela de Posgrado

.....
Dr. Jaime Alberto HUAMÁN MONTES
Director (e) de la Unidad de Posgrado – FIMGC

.....
Dr. Indalecio QUISPE RODRIGUEZ
Miembro

.....
Mtro. Jaime Leandro BENDEZU PRADO
Miembro

.....
Dr. Marco Rolando ARONES JARA
Secretario Docente

Observaciones:

.....

.....