

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DE LOS LIXIVIADOS GENERADOS EN EL  
BOTADERO DE CARHUASHJIRCA Y LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES GENERADOS EN LA QUEBRADA  
VIENTOJIRCA – INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH -  
2018”**

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

**AUTOR:**

**Bach. WILLIAMS ALEXANDER SÁNCHEZ CHÁVEZ**

**ASESOR:**

**Dra. BHENY JANETT TUYA CERNA**

**Huaraz, Áncash, Perú  
Octubre, 2019**



## FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM

Conforme al Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI  
Resolución de Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

### 1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: SÁNCHEZ CHÁVEZ WILLIAMS ALEXANDER

Código de alumno: 081.0605.389

Teléfono: 996542742

Correo electrónico:

wili\_11\_2@hotmail.com

DNI o Extranjería: 70604812

### 2. Datos del Autor:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

### 3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

### 4. Título del trabajo de investigación:

EVALUACIÓN DE LOS LIXIVIADOS GENERADOS EN EL BOTADERO DE CARHUASHJIRCA Y LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA QUEBRADA VIENTOJIRCA – INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH - 2018

### 5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

### 6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA AMBIENTAL

### 7. Asesor:

Apellidos y Nombres: TUYA CERNA BHENY  
JANETT

Teléfono: 943100065

Correo electrónico: bhenyjtc@hotmail.com

DNI o Extranjería: 31661054

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito respecto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: .....

D.N.I.: 70604812

FECHA: Huaraz, 24 de febrero de 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

Av. Centenario N° 200 – Teléfono (043) 640020 anexo 1103

HUARAZ - ANCASH - PERÚ



*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS**

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorium de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis **"EVALUACION DE LOS LIXIVIADOS GENERADOS EN EL BOTADERO DE CARHUASHJIRCA Y LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA QUEBRADA VIENTOJIRCA- INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH, 2018"**, que presenta **SANCHEZ CHAVEZ WILLIAMS ALEXANDER** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

**APROBADO**

Con el calificativo de: CATORCE (14)

En consecuencia, **SANCHEZ CHAVEZ WILLIAMS ALEXANDER** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 28 de Octubre de 2019

Ing. Gregorio Santiago Saenz Pohl  
Jurado (presidente)

Ing. Kiko Félix Depaz Celi  
Jurado (segundo miembro)

Dr. Maximiliano Loarte Rubina  
Jurado (primer miembro)

Dra. Bheny Janett Tuya Cerna  
Asesora de tesista



## DEDICATORIA

A mis padres, Martha Elisa Chávez Mena y  
Aquiles Rufo Sánchez Bedón,  
quienes son guías permanentes en  
el camino de mi vida.

A mi abuela, Epifanía Mena Oncoy,  
quien es mi soporte y guía  
velando siempre por mi bienestar.

A mi hermano, Jonathan Eder Sánchez Chávez,  
por ser mi consejero y guía en diversos  
momentos de la vida.

Williams Alexander Sánchez Chávez.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, a la plana docente y administrativa quienes compartieron sus experiencias y conocimientos para formarnos como buenos profesionales.

En especial a la Dra. Bheny Janett Tuya Cerna, asesora de la presente tesis, por su confianza y orientación en la consecución de mi título profesional.

A mi madre, por ser mi guía y ejemplo de superación, siendo mi soporte en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presento.

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los lixiviados generados en el botadero de Carhuashjirca y determinar el impacto ambiental generado a la Quebrada Vientojirca.

Por ello esta investigación busca dar respuesta a este problema con el análisis de muestras de agua y lixiviado para poder medir el grado de contaminación presente y se puedan implementar métodos técnicos para mejorar el tratamiento de los lixiviados y minimizar los impactos ambientales que vienen presentándose en la quebrada Vientojirca.

La investigación se desarrolló en 3 etapas: la primera etapa de reconocimiento del ámbito de estudio; en la segunda etapa se elaboró el plan de recolección de datos, se identificó los puntos de muestreo tanto en el botadero de Carhuashjirca como en el cuerpo de agua de la quebrada Vientojirca, se tomó la muestra y se trasladó al laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM; en la última etapa se analizó y comparo los resultados obtenidos con la normativa vigente.

De los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones: los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados están dentro de los límites máximos permisibles; pero los parámetros de metales totales, microbiológicos y bioquímicos sobrepasan estos límites según la normativa ambiental vigente; por tanto, convierten a este lixiviado en una sustancia potencialmente contaminante para la quebrada Vientojirca. El agua del cuerpo natural de la quebrada Vientojirca no es apta para consumo humano. Como alternativa de solución se plantea cambiar las tuberías de recirculación, ampliar los tanques de sedimentación y capacitación permanente al personal del botadero, para mejorar el tratamiento de los lixiviados y minimizar los impactos que se generan en la quebrada Vientojirca.

**Palabras claves:** lixiviados, botadero, quebrada, muestra, impacto Ambiental.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate the leachates generated in the Carhuashjirca dump and determine the environmental impact generated to the Vientojirca gully.

Therefore, this research seeks to respond to this problem with the analysis of water and leachate samples to be able to measure the degree of contamination present and technical methods can be implemented to improve the treatment of leachate and minimize the environmental impacts that are occurring in the gully Vientojirca.

The research was carried out in 3 stages: the first stage of recognition of the field of study; In the second stage, the data collection plan was prepared, the sampling points were identified both in the Carhuashjirca dump and in the body of water of the Vientojirca gully, the sample was taken and it was transferred to the environmental quality laboratory of the UNASAM; In the last stage, the results obtained with current regulations were analyzed and compared.

From the results obtained, the following conclusions were reached: the physicochemical parameters of the leachate are within the maximum permissible limits; but the parameters of total, microbiological and biochemical metals exceed these limits according to current environmental regulations; therefore, they convert this leachate into a potentially polluting substance for the Vientojirca gully. The water of the natural body of the Vientojirca gully is not suitable for human consumption. As an alternative solution, it is proposed to change the recirculation pipes, expand the sedimentation tanks and permanent training to the dump personnel, to improve the treatment of leachate and minimize the impacts that are generated in the Vientojirca gully.

Key words: leachate, dump, gully, sample, environmental impact.

# ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
FORMATO DE AUTORIZACIÓN .....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE .....	vii
LISTA DE TABLAS .....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento de problema .....	2
1.1.1. Formulación del problema.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Justificación de la investigación .....	3
1.3.1. Ambiental .....	3
1.3.2. Social .....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Ámbito de estudio.....	4
1.5.1. Ubicación geográfica.....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	8
2.1.3. Antecedentes locales.....	9
2.2. Marco Teórico.....	9
2.2.1. Bases teóricas .....	9
2.2.1.1. Botadero de residuos sólidos .....	9
2.2.1.2. Botadero controlado .....	10

2.2.1.3.	Botadero no controlado .....	10
2.2.1.4.	Residuos sólidos .....	11
2.2.1.5.	Lixiviados.....	13
2.2.1.6.	Contaminación del Lixiviado .....	16
2.2.1.7.	Impactos ambientales generados por lixiviados .....	18
2.2.1.8.	Tratamiento de lixiviados .....	19
2.3.	Marco legal .....	19
2.4.	Definición de términos .....	20

### **CAPÍTULO III**

<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	23
3.1.1. Tipo de investigación.....	23
3.1.2. Nivel de investigación.....	23
3.2. Materiales y Métodos.....	23
3.2.1. Materiales .....	23
3.2.2. Metodología.....	24
3.2.2.1. Ámbito de estudio.....	24
3.2.2.2. Plan de recolección de datos.....	25
3.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos .....	26
3.4. Procesamiento y análisis de la investigación .....	26
3.5. Población.....	27
3.6. Muestra.....	27
3.7. Tiempo de muestreo.....	28

### **CAPÍTULO IV**

<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
4.1. Resultados.....	29
4.1.1. Evaluación del lixiviado.....	29
4.2. Discusión de resultados.....	37
4.3. Determinación de los impactos ambientales.....	39
4.3.1. Impacto al cuerpo de agua de la quebrada Vientojirca.....	39
4.3.2. Impacto social.....	48
4.3.3. Impacto económico.....	48
4.4. Alternativas de solución.....	48

### **CAPÍTULO V**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
--	-----------

5.1. Conclusiones .....	50
5.2. Recomendaciones .....	50
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1 Concentraciones de los Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad .....	56
Anexo 2 Resultado de muestras y comparación con los LMP y ECAS .....	59
Anexo 3 Resultados de laboratorio: agua de la quebrada de Vientojirca y el botadero controlado de Carhuashjirca .....	68
Anexo 4 Mapa de ubicación del área de estudio, quebrada Vientojirca, botadero controlado de Carhuashjirca y áreas de influencia.....	75
Anexo 5 Galería fotográfica de la ejecución de la tesis.....	80

## LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
Tabla 1 Características físicas de residuos sólidos del botadero de Carhuashjirca.....	11
Tabla 2 Características químicas de residuos sólidos del botadero de Carhuashjirca.....	11
Tabla 3 Composición de los residuos municipales en países desarrollados y países en vías de desarrollo. ....	13
Tabla 4 Contaminantes más comunes en lixiviados .....	15
Tabla 5 Comparación de características típicas de los lixiviados en rellenos sanitarios. ....	16
Tabla 6 Efectos de los Lixiviados sobre la salud.....	18
Tabla 7 Muestras.....	27
Tabla 8 Épocas de muestreo .....	28
Tabla 9 Ubicación de la estación de monitoreo de lixiviados .....	29
Tabla 10 Épocas de monitoreo de lixiviados.....	29
Tabla 11 Caudal de descarga de los lixiviados .....	30
Tabla 12 Tanques de almacenamiento de los lixiviados.....	31
Tabla 13 Límites máximos permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad. ....	31
Tabla 14 Resultados obtenidos en los dos muestreos de los lixiviados procedentes del botadero de Carhuashjirca .....	32
Tabla 15 Comparación de los análisis fisicoquímicos – Botadero .....	33
Tabla 16 Comparación de los resultados de metales totales – Botadero .....	34
Tabla 17 Comparación de los resultados de indicadores de contaminación microbiológica e identificación de patógenos – Botadero.....	35
Tabla 18 Comparación de los resultados de indicadores de contaminación bioquímica – Botadero .....	36
Tabla 19 Ubicación de la estación de monitoreos del cuerpo de agua .....	40
Tabla 20 Estándares de Calidad Ambiental para el agua categoría 1: Población Recreacional, Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.....	40
Tabla 21 Resultados obtenidos en los dos muestreos del agua proveniente de la quebrada Vientojirca .....	41

Tabla 22	Comparación de análisis fisicoquímicos – Vientojirca.....	43
Tabla 23	Comparación de los resultados de metales totales - Vientojirca .....	45
Tabla 24	Comparación de resultados de análisis de nutrientes – Vientojirca ....	46
Tabla 25	Comparación de los resultados de los indicadores de contaminación microbiológica – Vientojirca .....	47

## LISTA DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>	
Figura 1	Mapa de ubicación de puntos de muestra .....	5
Figura 2	Mapa de ubicación del Botadero de Carhuashjirca.....	24
Figura 3	Mapa de ubicación de la Quebrada Vientojirca.....	25
Figura 4	Comparación de resultados de análisis fisicoquímicos – Botadero.....	34
Figura 5	Comparación de resultados de Metales totales – Botadero .....	35
Figura 6	Comparación de resultados indicadores de contaminación microbiológica – Botadero .....	36
Figura 7	Comparación de resultados indicadores de contaminación bioquímica – Botadero .....	37
Figura 8	Comparación de resultados de análisis fisicoquímicos – Vientojirca.....	44
Figura 9	Comparación de resultados de metales totales – Vientojirca.....	45
Figura 10	Comparación de resultados de análisis de nutrientes - Vientojirca .....	46
Figura 11	Comparación de resultados de los indicadores de contaminación microbiológica – Vientojirca .....	47

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El mal manejo de los residuos sólidos tiene un impacto negativo en la salud de la población, ecosistemas y en la calidad de vida. (Guillermo Umaña, Salazar Ortiz, & Stanley Cáceres, 2003), así mismo el lixiviado proveniente de sitios de disposición final de los residuos se caracteriza por contener altas concentraciones de compuestos orgánicos, inorgánicos y xenobióticos (Baderna, y otros, 2011).

En este contexto, es importante poder evaluar los lixiviados generados en los botaderos o rellenos sanitarios, puesto que estos contienen altas cantidades de nitrógeno amoniacal, metales pesados y sales minerales (Cheng & Chu, 2018) que contaminan el ambiente, si no existe un manejo apropiado, reflejado en la contaminación de suelo, flora, fauna y cuerpos de agua. Es así que el objetivo del presente trabajo de investigación está orientado a evaluar el impacto que generan los lixiviados producidos por el botadero de Carhuashjirca en la quebrada Vientojirca.

La presente investigación se inició con visitas de campo al ámbito de estudio, a través de la cual se diagnosticó el problema, luego se tomaron muestras de lixiviado y del cuerpo de agua de la quebrada Vientojirca, estas muestras fueron tomadas en dos épocas distintas (estiaje y lluvia) y analizadas en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM; los resultados obtenidos en el laboratorio se compararon con las normativas vigentes para determinar la existencia o no de impactos ambientales.

## **1.1. Planteamiento del problema**

Los lixiviados constituyen un alto riesgo a las fuentes naturales de agua, ya que por su alto grado de contaminación posee características muy agresivas, las cuales ponen en riesgo la salud pública junto con el equilibrio medio ambiental de la localidad.

El lixiviado, es considerado como el principal contaminante en un relleno sanitario, este líquido al no ser tratado apropiadamente y al descargar al exterior puede contaminar el suelo, subsuelo, las aguas superficiales y subterráneas circundantes; por lo que la estimación de su producción y la variación de su composición son datos valiosos para planear adecuadamente obras de control, tratamiento y disposición final que minimicen los impactos negativos al medio ambiente.

La planta de tratamiento de los residuos sólidos de la ciudad de Huaraz se encuentra ubicada en la localidad de Carhuashjirca, distrito de Independencia departamento de Ancash, en la actualidad esta planta se ha convertido en un botadero, pues no cuenta con un adecuado sistema de tratamiento de lixiviados, solo se tiene un tanque séptico que almacena el lixiviado, que no abastece la demanda de producción y cuyo excedente se vierte directamente a la quebrada Vientojirca.

La Quebrada Vientojirca se encuentra ubicada cerca al botadero de Carhuashjirca, donde los problemas ambientales y sociales se han generado a partir de un mal control y tratamiento de los lixiviados, por desembocar en la parte baja de la quebrada donde se capta el agua que abastece al centro poblado Eslabón, afectando de forma directa a este y por ende a la salud pública.

### **1.1.1. Formulación del problema**

Se hace indispensable la evaluación de la concentración y disposición final de los lixiviados generados en las plantas de tratamiento de residuos sólidos, que se encuentran cerca de efluentes de agua (quebradas, ríos, etc.) las cuales en su mayoría son captadas por poblaciones cercanas, para el abastecimiento de agua para el consumo humano.

Frente a esta situación se plantea la siguiente interrogante: **¿Los lixiviados producidos en el botadero de Carhuashjirca generan impacto ambiental en la Quebrada Vientojirca?**

## **1.2. Hipótesis**

La quebrada Vientojirca viene sufriendo impacto ambiental producido por los lixiviados procedentes del botadero de Carhuashjirca – Independencia – Huaraz – Ancash.

## **1.3. Justificación de la investigación**

### **1.3.1. Ambiental**

El manejo inadecuado de los botaderos, genera una gran cantidad de líquidos muy nocivos pues contiene todo tipo de sustancias tóxicas denominadas lixiviados; el mal manejo y descargas sin control de los lixiviados generan impactos ambientales a zonas que están a los alrededores de estos botaderos, afectando la salud de las personas y ecosistemas; por lo que es necesario saber cuál es la situación actual del lugar de evaluación.

Poder determinar el grado de contaminación, que generan los lixiviados dentro de sus áreas de influencia, como en quebradas y recursos hídricos, para poder implementar técnicas de control y mitigación frente a este gran problema; pues la conservación de estos recursos es vital frente al cambio climático y la crisis de abastecimiento de los recursos hídricos dentro de poblaciones con esta necesidad.

Por esta razón, el presente trabajo de investigación busca dar a conocer como los lixiviados que se generan en las plantas de tratamiento de residuos sólidos, generan impactos ambientales dentro de las áreas adyacentes.

### **1.3.2. Social**

El crecimiento demográfico y el incremento de la tasa de natalidad conllevan a un incremento de la generación de los residuos sólidos. Las plantas de tratamiento de residuos sólidos vienen a ser una gran alternativa a este problema, pero, cuando estas no cuentan con un sistema adecuado de tratamiento y disposición de lixiviados, este fluido al verse libremente

y sin control generan un impacto ambiental, no solo en su entorno más próximo sino que también llega a perjudicar a aquellas poblaciones que se encuentran en sus cercanías, las cuales están expuestas a consumir aguas superficiales o subterráneas contaminadas por el lixiviado.

Por esta razón el presente trabajo de investigación busca dar a conocer la situación actual de la quebrada Vientojirca; que dentro de sus servicios ecosistémicos está el aprovisionamiento de agua para poblaciones aleñadas, la cual no debe afectar a la salud de las poblaciones.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar los lixiviados generados por el botadero de Carhuashjirca e identificar los impactos ambientales generados en la quebrada Vientojirca.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Identificar y comparar los contaminantes presentes en los lixiviados.
- b) Identificar los impactos ambientales producidos por el lixiviado en la quebrada Vientojirca y centros poblados adyacentes.
- c) Proponer alternativas de soluciones técnicas más eficaces para minimizar los impactos ambientales generados a la quebrada Vientojirca.

## **1.5. Ámbito de estudio**

### **1.5.1. Ubicación geográfica**

- La planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Huaraz, se encuentra ubicada en la cordillera negra, entre las coordenadas UTM 8943788.66N y 219342.30E, en la localidad de Carhuashjirca, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Áncash. Dicha planta de tratamiento comprende un área total aproximada de 21834.62 m<sup>2</sup>, presenta una altura promedio de 3499 m.s.n.m y una pendiente variable que en promedio es de 28.18 %.

- La quebrada Vientojirca, está ubicada en la ciudad de Huaraz en la cordillera negra, entre las coordenadas UTM 219009E y 8943957.61N, en la localidad de Carhuashjirca, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Presenta una altitud promedio de 3484 m.s.n.m.

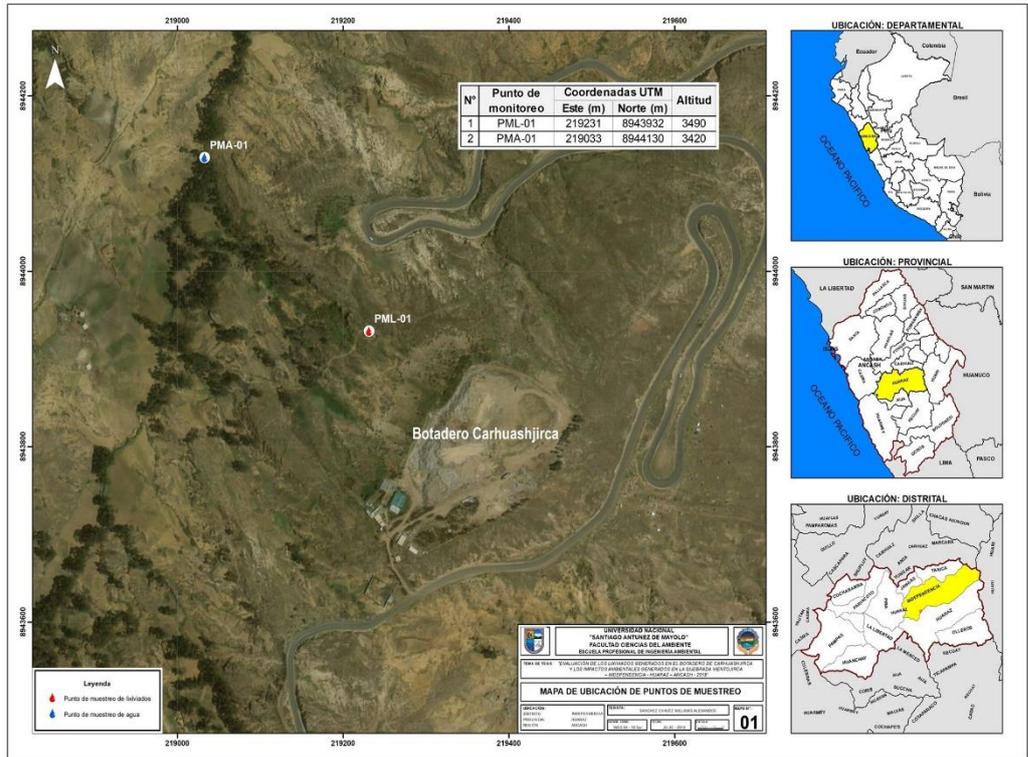


Figura 1: Mapa de ubicación del ámbito de estudio

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

- (Guevara & Polo, 2001), en su trabajo de investigación denominado “Contaminación de acuíferos por efecto de los lixiviados en el área adyacente al vertedero de desechos sólidos la Guásima, Municipio Libertador, estado de Carabobo”, concluye que las altas concentraciones de Hierro encontradas en el Pozo, sobrepasan los rangos establecidos. Las concentraciones de metales tales como manganeso y aluminio sobrepasan los rangos establecidos y pueden producir Alzheimer y locura manganésica. La presencia de Coliformes totales y fecales sobrepasan los rangos establecidos.
  
- (González Herrera & Rodríguez Castillo, 2006), en su trabajo de investigación desarrollado en la Ciudad de Mérida – Yucatán – México; denominado “Contaminación del acuífero Yucateco por Lixiviado de Residuos Municipales”, concluyen que el agua subterránea subyacente al botadero de Residuos municipales es más contaminada. Las concentraciones de los parámetros estudiados se incrementaron considerablemente en la época de lluvias, debido a la generación de lixiviados, que adquieren sales disueltas de los desechos, que al infiltrarse llegan al acuífero.

Los pozos de monitoreo más próximos al botadero fueron los que presentaron las máximas concentraciones para todos los parámetros analizados. La mayoría de los pozos excedió los límites establecidos para considerar que el agua es de buena calidad, por lo que esta no puede ser considerada como agua de consumo humano.

- (Ortiz Pastor, 2012), en su trabajo de investigación realizado en la ciudad de Gurabo - Puerto Rico; denominado: “Contaminación de los cuerpos de agua superficiales por sistemas de relleno sanitario en Puerto Rico”, concluye que cinco cuerpos de agua que se encuentran adyacentes a los sistemas de residuos sólidos en los municipios de Guayama, Guaynabo, Humacao, Juana Díaz y Toa Alta; las concentraciones de calcio, cloruros y arsénico en aguas debajo de los sistemas de residuos sólidos de Guayama, Guaynabo, Juana Díaz y Toa Alta, excedieron los estándares de calidad ambiental, los cuales deterioran la calidad del agua y aumentan el riesgo de la salud humana.
- (León Gómez, Cruz Vega, Dávila Pórcel, Velasco Tapia, & Chapa Guerrero, 2015), en su trabajo de investigación denominado “Impacto del Lixiviado Generado en el Relleno Sanitario Municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del Agua Superficial y Subterránea”, concluyen que el análisis químico de aguas superficiales y subterráneas al relleno sanitario, ha revelado altas concentraciones de  $\text{NO}_3^-$  en los Pozos P2, P3, P4 y P8; concentraciones de Pb en el pozo P3; concentraciones de Mn en el pozo P4 y finalmente concentraciones de Fe en los Pozos P3 P4 y P8; cuyos valores acceden la norma oficial mexicana y la legislación de la agencia de protección ambiental y que son potencialmente peligrosos para la salud humana de los habitantes de localidades Las Barretas, Los Rincón y la Presa el Cinco.
- (Niño Carvajal, Ramón Valencia, & Ramón Valencia, 2016) , en su trabajo de investigación denominado “Contaminación fisicoquímica de acuíferos por los lixiviados generados por el relleno sanitario El Carrasco, de Bucaramanga”, concluyen que en las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados analizados en el agua de los pozos se evidencia que algunos parámetros se encuentran dentro de los rangos establecidos por norma; sin embargo para el arsénico genera gran preocupación ya que este puede generar intoxicación gradual a un lapso de 5 a 20 años que resulta en cánceres de la piel, vejiga y los riñones entre otras enfermedades.

## 2.1.2. Antecedentes nacionales

- (Vásquez Vásquez, 2010), en su trabajo de investigación denominado “Evaluación de la calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto sector Yacucatina San Martín – Perú”, concluye que las fuentes de agua adyacentes al botadero están contaminadas por coliformes totales y coliformes termo tolerantes que superan los estándares de calidad para aguas. Además, existe contaminación por cromo y níquel en los lixiviados, que superan los límites máximos permisibles.
- (Espíritu Guerra, 2015), en su trabajo de investigación denominado “Contaminación de las aguas adyacentes al botadero controlado, en el centro poblado de Pampachacra del distrito de Huancavelica – 2014”, concluye que los lixiviados que salen de dicho botadero contaminan dos riachuelos ubicados al lado norte y al lado sur del mencionado botadero conteniendo Coliformes totales, Coliformes fecales,  $\text{CaCO}_3$ , Hierro, Cobre y sulfatos.
- (Montalvo Quiroz & Quispe Becerra, 2018), en su trabajo de investigación denominado “Contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario”, concluye que el grado de contaminación de los lixiviados en un relleno sanitario es muy alto puesto que al infiltrarse en las capas del suelo y entrar en contacto con el agua se alteran los parámetros químicos de  $\text{NO}_3$ , Pb, aumento de cloruros, Mn, Fe, DQO, DBO, además de la fuerte acumulación de metales pesados como (Cr, Ni, Zn, As, Ba y Pb) debido a las limitadas concentraciones aeróbicas estos superan los límites de la legislación.
- (Gonzales García, 2018), en su trabajo de investigación denominado “Evaluación del riesgo ambiental que genera la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca debido al manejo de los lixiviados”, determino que los lixiviados tienen una carga tóxica muy elevada en DQO, arsénico, cobre total, cromo VI, Hierro total, aceites y grasas y  $\text{DBO}_5$  que sobrepasan los Lmp ocasionando daños a la salud por el consumo de agua contaminada proveniente de la red de flujo de agua subterránea.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

- (Ramirez Cajaleon, 2016), en su trabajo de investigación denominado “Aplicación de la cascara de la musa paradisíaca para la remoción de metales pesados (hierro, níquel y plomo) en el agua de consumo humano de las localidades de Eslabón y Mitucro - Independencia - Huaraz - Ancash- Diciembre 2015 - Julio 2016”, menciona que los resultados iniciales del análisis de laboratorio de metales totales de Hierro, Níquel y Plomo del agua de manantial de la quebrada de Jacahuain sobrepasan los límites máximos permisibles según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, por lo tanto hay contaminación por parte del lixiviado del botadero de residuos sólidos de Carhuashjirca.
- (Ceslestino Valdez, 2015), en su trabajo de investigación denominado “Validación de modelo de tratamiento de lixiviado, mediante métodos de fitorremediación para su adecuación a la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Huaraz - Ancash – 2014” muestra que los parámetros de los lixiviados que provienen del botadero están por encima de los límites máximos permisibles según la norma, la cual está afectando a los cuerpos de agua adyacentes a este.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Bases teóricas**

#### **2.2.1.1. Botadero de residuos sólidos**

Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías, lo que genera riesgos sanitarios o ambientales. (Dirección General de Salud Ambiental, 2004)

Uno de los métodos más antiguos para depositar los residuos domésticos ha sido y sigue siendo el vertido libre de los mismos sin ningún tipo de control en lugares muy diversos, que en general, no están muy alejados del núcleo de la población. Este sistema de eliminación incontrolada de los residuos lleva asociados varios problemas como presencia de roedores e insectos, riesgo de incendios, presencia de olores

desagradables, contaminación del agua y del aire, falta de estética y degradación de medio ambiente. (Orozco Barrenetxea, 2008)

### **2.2.1.2. Botadero controlado**

Lugar de disposición final de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como un relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero controlado se darán las condiciones mínimas de operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura. (Dirección General de Salud Ambiental, 2004)

### **2.2.1.3. Botadero no controlado**

Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías, lo que genera riesgos sanitarios o ambientales (Ministerio del Ambiente, 2004).

#### **2.2.1.3.1. Botadero controlado de Carhuashjirca**

El botadero controlado se encuentra ubicada en la cordillera negra entre las coordenadas UTM 8943788.66N y 219342.30E, en la localidad de Carhuashjirca, distrito de independencia, provincia de Huaraz, departamento de Áncash; dicho botadero comprende un área total aproximada de 21834.62 m<sup>2</sup>, presenta una altura promedio de 3499 m.s.n.m y una pendiente variable que en promedio es de 28.18 %.

Los residuos sólidos generados en la ciudad de Huaraz tienen como destino final el botadero controlado de Carhuashjirca, según la Municipalidad Provincial de Huaraz la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios diario para el año 2019 es de 61.53 Ton/día, donde 52.94 Ton/día corresponde a los residuos domiciliarios, 8.35 Ton/día a residuos no domiciliarios y 0.24 Ton/día a residuos especiales.

a) **Características físicas**

**Tabla 1:** Características físicas de residuos sólidos del botadero controlado de Carhuashjirca.

<b>Composición</b>	<b>Porcentaje %</b>
Orgánico	44.88
Inorgánico	39.47
No aprovechable	15.65
Total	100

b) **Características químicas**

**Tabla 2:** Características químicas de residuos sólidos del botadero controlado de Carhuashjirca

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Densidad	276.21 kg/m <sup>3</sup>
Humedad	39.95 %

**2.2.1.4. Residuos sólidos**

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales.

Según (Glynn & Heinke Gary, 1999), los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados por que ya no se van a utilizar. En el caso de residuos sólidos municipales se aplican

términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles simplemente se les denomina como desechos.

- **Residuos no municipales**

Los residuos no municipales son aquellos que presentan un carácter peligroso o no peligroso generados en el desarrollo de actividades extractivas, productivas y de servicio. Comprenden los generados tanto en las instalaciones principales como auxiliares de la operación. (Ministerio del Ambiente, 2017)

- **Residuos municipales**

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, “Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo a las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción”.

### **A. Composición de los residuos sólidos**

El término composición se utiliza para describir los componentes individuales que constituyen los llamados residuos sólidos. Los residuos municipales engloban distintos productos o materiales de diferente naturaleza (orgánicos e inorgánicos). Dentro de este tipo de residuos se encuentran materiales muy diversos: fermentables, inertes, metálicos, peligroso, combustibles y sanitarios. (Orozco Barrenetxea, 2008)

**Tabla 3:** Composición de los residuos municipales en países desarrollados y países en vías de desarrollo.

<b>Componentes</b>	<b>Países desarrollados</b>	<b>Países en vías de desarrollo</b>
Materia Orgánica	40 – 55 %	58 – 80.2 %
Papel	14 – 32 %	2.6 – 5 %
Plásticos	10 – 16 %	3.8 – 7.4 %
Vidrio	6.5 – 16.7%	1 – 3.8 %
Cartón	5 – 10 %	1 – 4.8 %
Metales	3.6 – 8 %	0.7 – 1.6 %
Textiles	3.25 – 6.5 %	2 – 4.1 %
Tierra y Cenizas	0.2 – 5 %	6 – 16 %
Gomas y Cuero	0.3 - 1.2 %	0.2 – 1.4 %
Madera	0.2 – 1.2 %	0.1 – 1 %

Fuente: Orozco Barrenetxea, (2008)

### **2.2.1.5. Lixiviados**

El lixiviado es un agua que se ha contaminado por componentes de los residuos cuando se infiltra a través de un sitio de disposición de residuos. Contiene constituyentes de desecho que son solubles, que no son retenidos por el suelo y que no son degradados química ni bioquímicamente. Algunos de los constituyentes potencialmente dañinos de lixiviado son productos de transformaciones químicas o bioquímicas de los residuos. (Manahan Stanley, 2007)

- **Formación de lixiviados**

Bajo condiciones normales los lixiviados se localizan en el fondo del vertedero, desde allí, se mueven a través de los estratos mediante movimientos laterales en dependencia de las características del material circundante. En este proceso, muchos de los componentes químicos y biológicos que formaban parte original de los desechos son removidos por los líquidos que emanan a través del relleno. Se han realizado algunos estudios acerca de la composición de las aguas que percolan a través de un relleno sanitario, y estos demuestran

que estas aguas sirven de vehículo a gérmenes patógenos, además de contaminar las aguas del manto subterráneo por la incorporación a las mismas de metales pesados, entre otros contaminantes. (Tchobanoglus, Theisen, & Vigil, 1994)

Según el (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007) por lo general, cuando el agua entra en contacto con los residuos sólidos depositados en vertederos se produce una solución denominada lixiviado, esta es rica en elementos contaminantes que al desplazarse verticalmente llegan al subsuelo.

Se puede formar a partir de:

- Agua de lluvia que cae directamente sobre los residuos sólidos.
- Agua que se mueve horizontal al suelo y que llega directamente al vertedero.
- Contacto directo de las aguas subterráneas con los residuos sólidos por la elevación del nivel piezométrico.
- Aporte o derrame de líquidos en el vertedero.

#### • **Composición de los lixiviados**

Según (Corena Luna, 2008), los lixiviados en el relleno sanitario arrastran a su paso material disuelto, en suspensión, fijo o volátil, lo que provoca que tenga elevadas cargas orgánicas y un color que varía desde café – pardo- grisáceo cuando están frescos hasta un color negro viscoso cuando envejecen. Los lixiviados también poseen elevadas concentraciones de sales inorgánicas (Cloruro de sodio y carbonatos) y de metales pesados. Varios estudios indican que el carbono orgánico en forma coloidal tiene el potencial de adsorber altas concentraciones de metales en su superficie, por lo que actúan como transporte de metales traza en los lixiviados.

En la Tabla 4 se presentan los contaminantes encontrados con mayor frecuencia en los lixiviados:

**Tabla 4:** Contaminantes más comunes en Lixiviados

<b>Grupo de contaminantes</b>	<b>Componentes que los constituyen</b>
<b>Materia Orgánica</b>	Ácidos, alcoholes, aldehídos, y otros usualmente cuantificados como DQO, demanda de DBO, o carbono orgánico total. Se incluyen igualmente ácidos grasos y otros como ácidos húmicos y fúlvicos.
<b>Materia Inorgánica</b>	Sulfatos, cloruros, amonio, calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, hierro, manganeso y metales pesados como plomo, níquel, cobre, cadmio, cromo y zinc.
<b>Compuestos Orgánicos (xenobióticos)</b>	Hidrocarburos aromáticos, fenoles, hidrocarburos alifáticos clorados, pesticidas y plastificantes como bifenilos policlorados, dioxinas, hidrocarburos aromáticos policíclicos, entre otros.

Fuente: Jerez Chaverri, (2013)

- **Características de los lixiviados**

Los lixiviados presentan numerosas caracterizaciones, haciendo énfasis en su poder contaminante. Se concluye usualmente que los lixiviados contienen toda característica contaminante, es decir: alto contenido de materia orgánica, alto contenido de nitrógeno y fósforo, presencia abundante de patógenos e igualmente de sustancias tóxicas como metales pesados y constituyentes orgánicos (Giraldo, 2001)

- a. **Calidad de los lixiviados**

La calidad de los lixiviados varía de acuerdo al factor tiempo y al tipo de relleno sanitario que se tenga. Los lixiviados de las áreas de los rellenos sanitarios que han sido recientemente rellenas producen un lixiviado altamente contaminante, denominado lixiviado joven. A partir de ese momento, las concentraciones de las sustancias en el lixiviado en un botadero disminuyen continuamente en el tiempo.

**Tabla 5:** Comparación de características típicas de los Lixiviados de Rellenos Sanitarios.

<b>Características</b>	<b>Lixiviado Joven</b>	<b>Lixiviado Viejo</b>
DBO	Muy alto	Bajo
DQO	Muy alto	Alto
Amoniaco	Muy alto	Alto
Fosforo	Usualmente Deficiente	Suficiente
pH	Muy bajo	Bajo
Detergentes	Muy alto	Bajo
Sales disueltas	Muy alta	Baja
Agentes Incrustantes (Fe, Ca, Mg)	Muy alto	Bajo
Metales	Muy alto	Bajo

Fuente: Giraldo, Eugenio, (2001)

### **b. Cantidad de los lixiviados**

La cantidad de los lixiviados es función de tres variables principales: el área rellenada, la cantidad de infiltración que se permita y el sistema de drenaje.

A través del área rellenada se realiza la entrada y el contacto del agua de infiltración con la basura.

Al aumentar el área rellenada, aumenta paralelamente la cantidad de lixiviados.

Los rellenos son sistemas que duran lustros y décadas en su funcionamiento, por tanto, su sistema de drenaje debe ser el más adecuado ya que la cantidad de lixiviados aumenta es gradual con los años.

## **2.2.1.6. Contaminación del lixiviado**

### **a. Contaminación del suelo**

Los compuestos provenientes de los residuos sólidos que entran en contacto con los suelos pueden ser relativamente inertes e inofensivos, pero cuando existe un gran número de ellos que pueden causar serios daños a los seres vivos presentes en el suelo, aun en pequeñas concentraciones. Algunos de los efectos no deseables de la inadecuada disposición de los residuos sólidos, los cuales son: **(Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007)**

- Los organismos vivos presentes en el suelo pueden ser eliminados, rompiendo en el equilibrio bioquímico del suelo.
- Los compuestos químicos pueden ser transportados del suelo al aire o a los cuerpos de agua y de esta manera entrar en contacto con un gran número de organismos produciendo efectos adversos a la salud humana y a los ecosistemas.

### **b. Contaminación del agua**

Los lixiviados pueden migrar hacia las aguas subterráneas o superficiales, lo que está en función de las condiciones topográficas y geohidrológicas de sitio, generando de esta forma la degradación la calidad del agua, y poniendo en peligro la salud de la población cuando es utilizada como fuente de abastecimiento o para su uso recreativo.

El riesgo que pueda tener el ser humano radica en la ingestión del agua contaminada por los lixiviados de la basura, en el contacto directo que tenga con acuíferos, lagos y ríos, y finalmente, en la bioacumulación de algunas sustancias como metales pesados en el organismo. **(Sancho, 1996)**

### **c. Efectos en la salud**

El drenaje de lixiviados de los botaderos que llegan directamente a cuerpos de aguas, ríos, quebradas, aguas

subterráneas, alteran la composición de estas contaminándolas por presencia de sustancias tóxicas en el lixiviado.

Cuando estos cuerpos de agua son captados por poblaciones aledañas para su consumo, se puede generar un gran impacto a la salud de las personas quienes ingieren esta agua directamente.

Estos impactos pueden ser:

**Tabla 6:** Efectos de los lixiviados sobre la salud

<b>Metal</b>	<b>Efecto Negativo</b>
Arsénico	Sistema cardiovascular, sistema respiratorio, nervioso periférico, reproductivo, daños en el Hígado, riñón, cancerígeno potencialmente teratógeno.
Cadmio	Sistema nervioso central, reproductivo y respiratorio, riñón, probable cancerígeno, teratogénico; embriotóxico.
Cromo	Sistema respiratorio, alergias, irritación en la vista, cancerígeno, probable muta génico.
Plomo	Sistema nervioso central y reproductivo, en células de la sangre probable teratogénico.
Mercurio	Sistema nervioso central, cardiovascular y respiratorio, riñón y ojos, teratogénico.
Níquel	Sistema respiratorio, alergias, irritación de ojos, piel, hígado, riñón, probables cancerígeno y teratogénico.

Fuente: Corena Luna, 2008.

### **2.2.1.7. Impactos ambientales generados por lixiviados**

Los lixiviados constituyen un alto riesgo a las fuentes naturales de agua, ya que su alto grado de contaminación posee características muy agresivas y pone en riesgo la salud pública junto con el equilibrio medio ambiental de la localidad. (Anchiraico Cruz & Vilca Huaman, 2010)

El manejo inadecuado de los residuos sólidos, especialmente la disposición final deficiente, conlleva a riesgos ambientales que se convierten en riesgos a la salud de corto y largo plazo. Puede tenerse lo siguiente:

- Alteración de la calidad del suelo.
- Contaminación del agua subterránea por percolación de lixiviados.
- Contaminación atmosférica por acción de los gases que se producen en la quema de los residuos de los botaderos.
- Contaminación directa de los cuerpos de agua y modificación de los sistemas naturales de drenaje. (Ministerio del ambiente, 2004)

#### **2.2.1.8. Tratamientos de lixiviados**

Todo líquido contaminante generado en el relleno sanitario debe tratarse antes de ser vertido en un cuerpo de agua superficial o subterráneo, utilizando procesos de reconocida viabilidad técnica. En el proceso de tratamiento debe tenerse en cuenta explícitamente los siguientes aspectos: toxicidad a microorganismos, formación de precipitados, formación de espumas, variabilidad de las características de lixiviado en el tiempo. (Corena Luna, 2008)

### **2.3. Marco legal**

- Ley N° 28611: Ley General del Ambiente.
- Decreto Legislativo N° 1055, D.L. que modifica la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley 26842: Ley General de la Salud.
- Ley N° 27314, Ley General de los Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM: Límites Máximos Permisibles (LMP) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo 004 – 2017 – MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua.
- Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental N.º 28245
- Ley Orgánica de Municipalidades N.º 27972

## 2.4. Definición de términos

- **Contaminación Ambiental**

Se define como la presencia de sustancias, energía u organismos extraños en un ambiente determinado en cantidades, tiempo y condiciones tales que causen desequilibrio ecológico (Arellano & Guzmán Pantoja, 2011).

- **Impacto Ambiental**

Repercusión significativa que tienen las actividades humanas sobre el ambiente, está relacionado con los factores sociales, científico – técnico y jurídico administrativo (Arellano & Guzmán Pantoja, 2011)

- **Contaminante**

Es todo cuerpo o elemento extraño que se introduce o invade un sistema, alterando su composición, funciones, etc.

- **Toxicidad**

El termino toxicidad se refiere al daño que puede producir en los seres vivos la presencia de determinados contaminantes en el agua, en concentraciones que den positivos los denominados test de toxicidad. La toxicidad es función de la concentración del contaminante y del tiempo de exposición al que esté sometido el ser vivo al tóxico, modificada por otras variables como la temperatura, la forma química del tóxico o su disponibilidad. (Orozco Barrenetxea, 2008)

- **DBO**

La demanda bioquímica de oxígeno es una medida de la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar la materia orgánica en el agua en 5 días a 20 °C. la DBO no mide un compuesto en especial, sino todos los biodegradables, por vía aerobia. (Cisneros & Jimenez, 2001)

- **DQO**

Es una medida de la concentración de sustancias que en agua pueden ser atacadas por un oxidante fuerte en altas temperaturas. La DQO no siempre guarda relación con la DBO, aunque generalmente es mayor. (Cisneros & Jimenez, 2001)

- **Aceites y Grasas**

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo.

Algunas de sus características más representativas son baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad. (Vera Taopanta)

- **Coliformes Fecales**

Los coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos.

La presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que puede haber contaminación con aguas servidas u otros tipos de desechos en descomposición. Generalmente las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (Ministerio de Agricultura, 2007)

- **pH**

Es un término de uso general que sirve para expresar la magnitud de acidez o alcalinidad. Es una forma de expresar la concentración de los iones hidrógeno. En el área de los abastecimientos de agua, es un factor que se debe tener en consideración en la coagulación química, el ablandamiento de aguas y el control de la corrosión (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2000)

- **Metales pesados**

Son uno de los contaminantes ambientales más peligrosos debido a que no son biodegradables y a su potencial de bioacumulación en los organismos vivos. Entre ellos destacan por su toxicidad y su mayor presencia en el ambiente el mercurio, el cadmio y el plomo (Orozco Barrenetxea, 2008).

- **Lmp**

Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente (Ministerio del Ambiente, 2010).

- **ECAS**

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa significativo para la salud de las personas ni al ambiente (Ministerio del Ambiente, 2010).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y nivel de la investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

- Según su finalidad, la investigación es aplicada porque busca dar a conocer algún fenómeno que está ocurriendo en un ámbito de estudio.
- Según el diseño de investigación, esta es cuasi experimental porque los puntos de muestra ya están determinados.
- Según su prolongación, la investigación es transversal porque el estudio se realizó en momentos puntuales.
- Según su énfasis, la investigación es cuantitativo porque se describen los datos analizados en el laboratorio.

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

- El nivel de la investigación es explicativo porque busca responder a las causas de un fenómeno en el punto de estudio.

## **3.2 Materiales y métodos**

### **3.1.3. Materiales**

En el presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales para las tomas de muestra correspondientes.

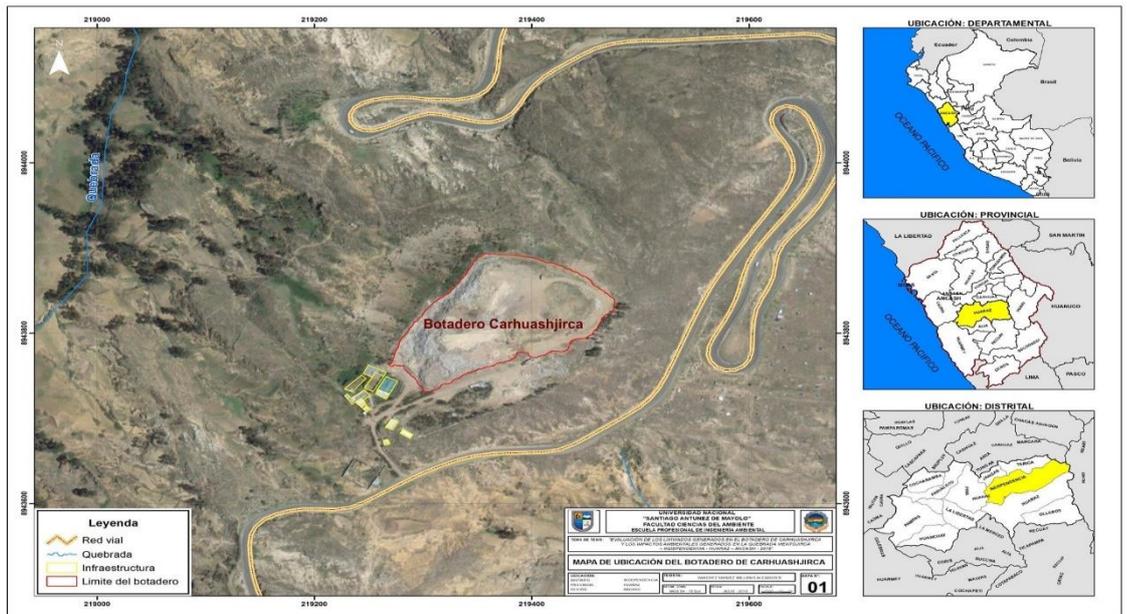
- 01 cooler de 7 litros.
- 03 frascos de plástico de 1 litro.
- 02 frascos de plástico de ½ litro.
- 04 frascos de vidrio de ½ litro.
- 02 ice pack – Hielo

Estos materiales fueron proporcionados por el laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, donde se realizó los análisis correspondientes.

### **3.1.4. Metodología**

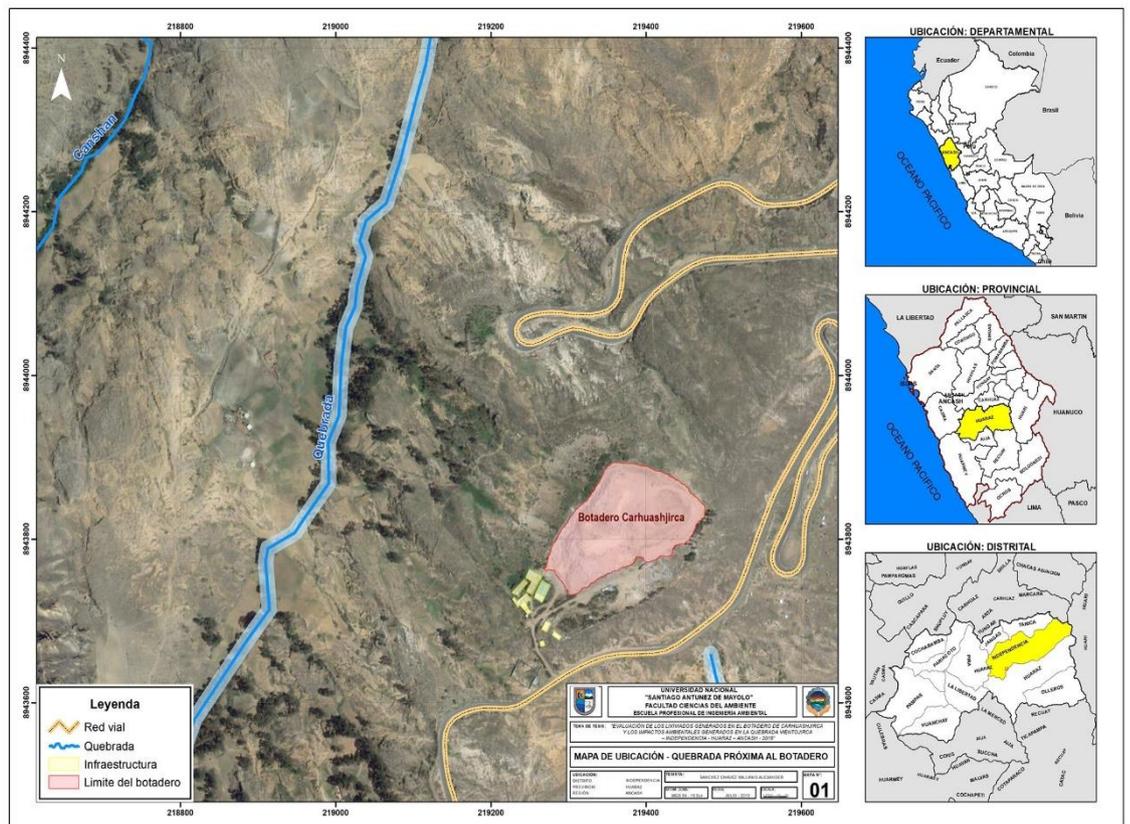
#### **3.1.4.1. Ámbito de estudio**

El botadero controlado de residuos sólidos de la ciudad de Huaraz se encuentra ubicada en la cordillera negra entre las coordenadas UTM 8943788.66N y 219342.30E, en la localidad de Carhuashjirca, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Áncash, comprende un área total aproximada de 21834.62 m<sup>2</sup>, presenta una altura promedio de 3499 m.s.n.m y una pendiente variable que en promedio es de 28.18 %.



**Figura 2:** Mapa de ubicación del botadero de Carhuashjirca

La quebrada Vientojirca está ubicada en la ciudad de Huaraz en la cordillera negra entre las coordenadas UTM 219009E y 8943957.61N, en la localidad de Carhuashjirca, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Presenta una altitud promedio de 3484 m.s.n.m.



**Figura 3:** Mapa de ubicación de la Quebrada Vientojirca

### 3.1.4.2. Plan de recolección de datos

- a. **Diagnóstico:** Esta etapa se inició con un análisis del problema, realizando la visita in situ al lugar de estudio para la verificación del problema existente, la entrevista directa con actores (población y municipalidad provincial de Huaraz), para tener un conocimiento amplio de la percepción de los actores frente al problema.
- b. **Planificación:** Una vez analizado e identificado el problema general, se planificaron las actividades a realizar para el desarrollo correcto del trabajo de investigación.
- c. **Ejecución:** En esta etapa se identificaron los puntos de muestreo en el botadero de Carhuashjirca y en el cuerpo de agua de la quebrada Vientojirca para su recolección de muestra y posterior análisis en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM. Una vez obtenido los resultados de análisis de laboratorio se procedió a su interpretación.

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Para el presente trabajo de investigación se utilizó como técnica la observación directa, la entrevista libre y análisis en el laboratorio.

La investigación se inició con la solicitud de los permisos para poder acceder a las captaciones de agua del centro poblado Eslabón donde se encuentra la quebrada Vientojirca y el dialogo sobre la problemática ambiental que se presentaba con el botadero de Carhuashjirca al drenar su lixiviado directamente a la quebrada Vientojirca. Así mismo, se solicitó el permiso a la Municipalidad Provincial de Huaraz para el ingreso y toma de muestra de los lixiviados generados dentro del botadero de Carhuashjirca.

La observación directa fue realizada en el cuerpo de agua donde existía indicios de contaminación por lixiviados del botadero, posteriormente se hizo la visita al botadero para la verificación del drenaje de lixiviados.

La entrevista fue realizada a las autoridades y pobladores de la localidad de Eslabón, para tener conocimiento del problema que se situaba dentro de esta localidad, así mismo se recopiló información documentada de análisis de laboratorios, de fechas pasadas que sirvió como antecedente para la presente investigación.

La obtención de la información para la fase de análisis en laboratorio se realizó empleando un kit para el recojo de las muestras, el cual consta de 01 cooler chico, 02 frascos de plástico para muestreo de 1 litro y 02 ice packs para mantener la temperatura y no se altere las muestras.

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.

### **3.4 Procesamiento y análisis de la investigación**

El presente trabajo de investigación, está destinado a determinar el impacto que genera el lixiviado procedente del botadero de Carhuashjirca hacia las aguas de la quebrada Vientojirca, la cual es captada por centros poblados aledaños para su consumo humano ocasionando una problemática ambiental.

Las muestras de lixiviado fueron tomadas en 2 épocas distintas: estiaje y lluvia, para poder observar su comportamiento; ya que en épocas de lluvia el volumen aumenta ocasionando mayor el drenaje hacia la quebrada Vientojirca. Del mismo modo en las mismas fechas se tomo las muestras del cuerpo de agua de la quebrada Vientojirca para determinar su calidad; estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM, cuyos resultados han sido comparados con la normativa vigente para poder determinar si existe o no un impacto en la quebrada Vientojirca.

### **3.5 Población**

Para el presente trabajo la población considerada es la quebrada Vientojirca ubicado en el centro poblado de Eslabón, distrito de Independencia, provincia Huaraz y departamento de Áncash.

### **3.6 Muestra**

El diseño de muestra utilizado para el presente trabajo, fue el del muestreo no probabilístico por conveniencia.

La muestra considerada para el presente trabajo es el lixiviado procedente del botadero controlado de Carhuashjirca y el cuerpo de agua de la quebrada Vientojirca.

**Tabla 7:** Muestras

<b>Muestra</b>	<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>Ubicación Geográfica</b>
Lixiviado	PML – 01	Botadero contralado de Carhuasjirca
Cuerpo de Agua	PMA – 01	Quebrada Vientojirca

### 3.7 Tiempo de muestreo

La toma de muestras de lixiviado y agua para su análisis se realizó en dos épocas distintas (estiaje y lluvia) para poder obtener un resultado completo, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 8:** Épocas de muestreo.

<b>MUESTRA</b>	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	<b>EPOCA</b>
AGUA LIXIVIADO	28/11/2018	ESTIAJE
	13/03/2019	LLUVIA

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Evaluación del lixiviado

Para la evaluación de los contaminantes presentes en los lixiviados del botadero controlado de Carhuasjirca, se determinó un punto de monitoreo, cuyas coordenadas de ubicación se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9:** Ubicación de la estación de monitoreo de lixiviados

Código	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)		Altitud (msnm)	Descripción
	Este	Norte		
PML-01	219231	8943932	3490	Botadero controlado de Carhuasjirca

Del punto de monitoreo PML-01 se tomaron 02 muestras en diferentes épocas de acuerdo al siguiente detalle:

**Tabla 10:** Épocas de monitoreo de lixiviados

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	EPOCA
LIXIVIADO	28/11/2018	ESTIAJE
	13/03/2019	LLUVIA

En entrevista con el presidente del centro poblado Eslabón se me informo que contaban con un reporte del caudal de la descarga de las aguas residuales del lixiviado del botadero realizado por la Autoridad Local de Agua sede Huaraz, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 11:** Caudal de descarga de los lixiviados

N°	Código	Coordenadas UTM WSG 84		Régimen	Volumen L/S
		Este	Norte		
1	VBL – 01	219234	894393 4	Continuo	1
2	VBAL - 02	219171	894386 0	Continuo	0.5
TOTAL DE DESCARGA				L/s	1.5
ESTIMACION DE DESCARGA				L/día	129600.00
				M3/día	129.6
				M3/año	47304.00

Fuente: (Autoridad local del agua - Huaraz, 2019).

De la Sub gerencia de Ecología y Gestión Ambiental de la Municipalidad Provincial de Huaraz se tuvo información de los tanques de almacenamiento para el control de los lixiviados en el botadero de Carhuashjirca, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 12:** Tanques de almacenamiento de los lixiviados

Tanque 01	Tanque de concreto, parte superficial recubierto con vidrio con la finalidad de generar la evaporación del lixiviado.  Volumen: 30m3
Tanque 02	Tanque de concreto, parte superficial de concreto. Cuenta con 02 pozos para tratamiento (sedimentador, almacenamiento).  Volumen: 15 m3
Canal de Conducción	Tanque 01: la recepción y/o canal de conducción es de material rustico (rocas) presenta una longitud de 48 metros aproximadamente seguido de una tubería hasta llegar al tanque.  Tanque 02: La recepción y/o canal de conducción hacia este tanque es de tuberías de 04 pulgadas.

Fuente: (Municipalidad provincial de Huaraz, 2019).

Los parámetros de acuerdo a la normativa vigente: Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM: Límites Máximos Permisibles (Lmp) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 13:** Límites máximos permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad.

Parámetros	Unidad	LMP
<b>GENERALES</b>		
pH		6.5 - 8.5
Sólidos totales en suspensión	mg/l	30
<b>ORGÁNICOS</b>		
DBO	mg/l DBO <sub>5</sub>	120
DQO	mg/l DQO	20

<b>INORGÁNICOS</b>		
Arsénico total	mg/l	0.1
Cadmio total	mg/l	0.1
Cobre total	mg/l	0.5
Hierro total	mg/l	2
Mercurio total	mg/l	0.01
Plomo total	mg/l	0.5
Zinc total	mg/l	0.5
Cromo VI	mg/l	0.1
<b>BIOLÓGICOS</b>		
Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100ml	1000

Fuente: Ministerio del Ambiente

Los resultados obtenidos de las dos muestras de lixiviados, de acuerdo a los informes de ensayo N° AG180445 y N° AG190066 correspondiente al 28/11/2018 y 13/03/2019 respectivamente emitidos por el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 14:** Resultados obtenidos en los dos muestreos de los lixiviados procedentes del botadero de Carhuashjirca.

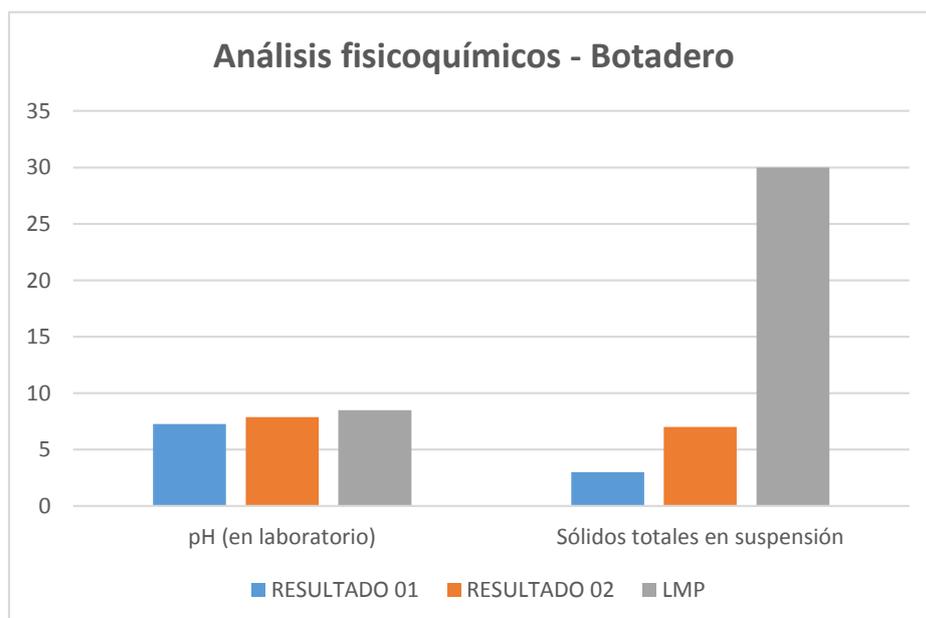
<b>ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Aceites y grasas	288	165
pH (en laboratorio)	7.27	7.89
Sólidos totales en suspensión	3	7
Temperatura (en laboratorio)	19.8	19.6
<b>METALES TOTALES</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Arsénico total	<0.010	0.06
Cadmio total	0.009	0.32
Calcio total	220	1120
Cobre total	<0.02	2.1

Hierro total	0.81	6.001
Magnesio total	0.18	1.7
Manganeso total	96.7	0.8
Mercurio total	0.081	0.06
Níquel total	<0.02	8
Plomo total	0.011	8.9
Zinc total	0.05	7
Cromo VI	<0.010	4.1
<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Coliformes fecales o termotolerantes	46000	2300
<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	351	257
Demanda Química de Oxígeno	684	760

Obtenidos los resultados de laboratorio, se procedió con el análisis y comparación de estos con la normativa vigente Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM: Límites Máximos Permisibles (LMP) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos para identificar y determinar las concentraciones excedentes de los parámetros analizados, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 15:** Comparación de los análisis fisicoquímicos - Botadero

<b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>	<b>LMP</b>
pH (en laboratorio)	7.27	7.89	8.5
Sólidos totales en suspensión	3	7	30

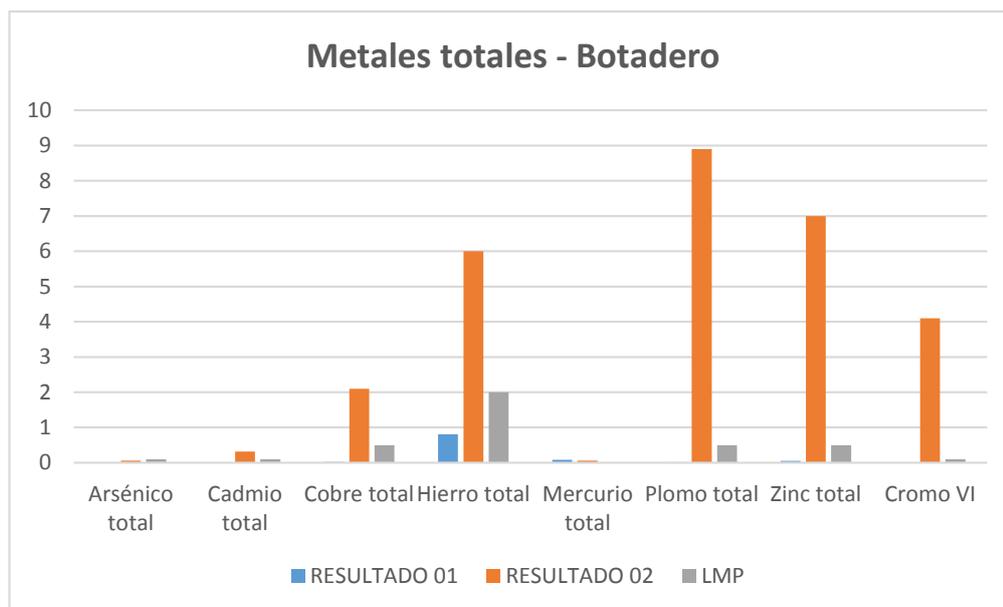


**Figura 4:** Comparación de resultados de análisis fisicoquímicos - Botadero

Como se observa en la figura anterior, dentro de los análisis fisicoquímicos, los resultados de ambas muestras están dentro del límite máximo permisible de acuerdo a la normativa. Lo cual nos indica que no van a generar impacto.

**Tabla 16:** Comparación de los resultados de metales totales - Botadero

METALES TOTALES			
PARÁMETRO	RESULTADO 01 28/11/2018	RESULTADO 02 13/03/2019	LMP
Arsénico total	0.01	0.06	0.1
Cadmio total	0.009	0.32	0.1
Cobre total	0.02	2.1	0.5
Hierro total	0.81	6.001	2
Mercurio total	0.081	0.06	0.01
Plomo total	0.011	8.9	0.5
Zinc total	0.05	7	0.5
Cromo VI	0.01	4.1	0.1



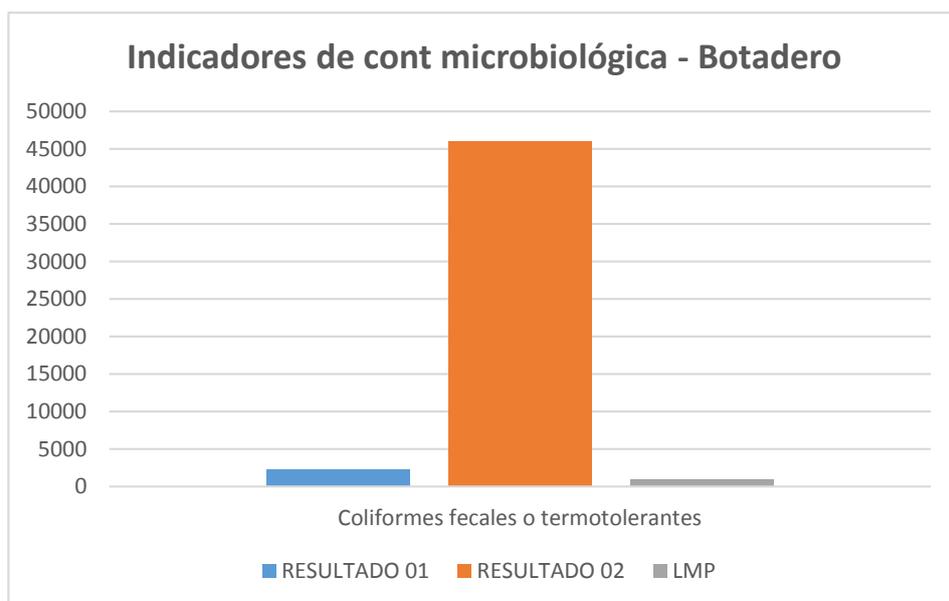
**Figura 5:** Comparación de resultados de Metales totales - Botadero

En la figura de metales totales, observamos que, los parámetros cadmio total, cobre total, hierro total, mercurio total, plomo total, zinc total y cromo VI, sobrepasan los límites máximos permisibles de la norma.

La mayor concentración de metales pesados se evidencia en los resultados del muestreo N°02 que se realizó en época de lluvia, donde la generación y concentración de lixiviado es mayor, debido a que la presencia de lluvia complementa el lavado, degradación, concentración de los residuos presentes en el botadero; generando impacto en la quebrada Vientojirca y zonas de influencia.

**Tabla 17:** Comparación de los resultados de indicadores de contaminación microbiológica e identificación de patógenos - Botadero

INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS			
PARÁMETRO	RESULTADO 01 28/11/2018	RESULTADO 02 13/03/2019	LMP
Coliformes fecales o termotolerantes	2300	46000	1000



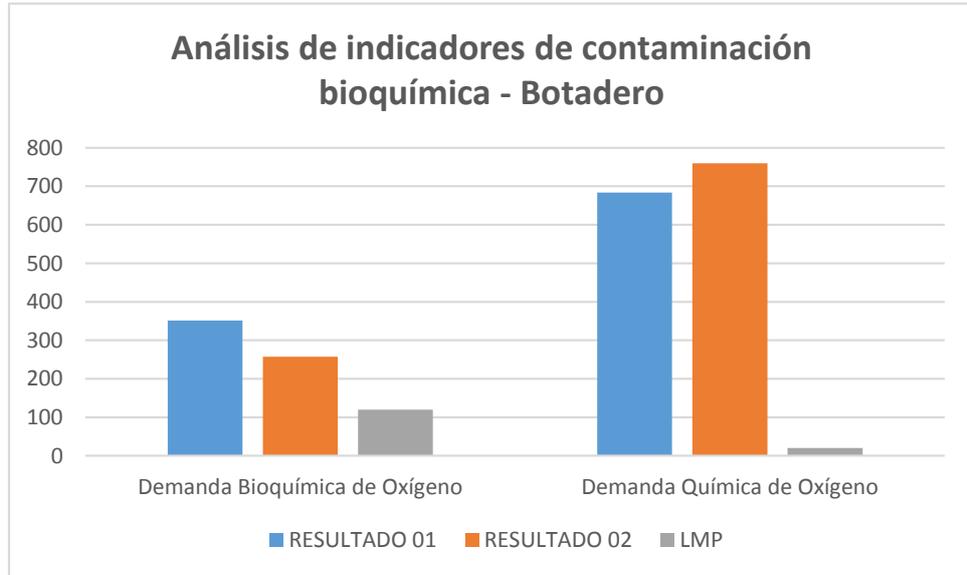
**Figura 6:** Comparación de resultados Indicadores de contaminación microbiológica - Botadero

En la figura anterior, se observa que en el resultado N°02, la presencia de los coliformes fecales o termotolerantes sobrepasa los límites máximos permisibles según la norma. Esto puede producirse debido a la presencia de precipitaciones pluviales constantes, las cuales lavan los residuos sanitarios presentes en el botadero.

La elevada concentración de coliformes, puede generar un impacto ambiental a cuerpos de agua y a la salud de las poblaciones adyacentes; las cuales hacen uso de estos cuerpos de agua para su consumo.

**Tabla 18:** Comparación de los resultados de indicadores de contaminación bioquímica - Botadero

ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA			
PARÁMETRO	RESULTADO 01 28/11/2018	RESULTADO 02 13/03/2019	LMP
Demanda Bioquímica de Oxígeno	351	257	120
Demanda Química de Oxígeno	684	760	20



**Figura 7:** Comparación de resultados Indicadores de contaminación bioquímica - Botadero

En la figura se observa que la DBO y la DQO, tanto en el resultado N°01 como en el N°02 sobrepasan los límites máximos permisibles en sus concentraciones según lo establecido en la norma.

La elevada concentración de DBO está en relación directa con una elevada cantidad de materia orgánica, lo que genera una consecuencia inmediata en la destrucción de las comunidades acuáticas que necesitan el oxígeno para vivir, además, posibilita la proliferación de microorganismos, muchos de los cuales resultan patógenos (contaminación biológica), provoca déficit de oxígeno, lo que aumenta la solubilidad en el agua de ciertos metales

La elevada concentración de DQO va a implicar la alta cantidad de elementos inorgánicos tanto como elementos metálicos o elementos disueltos discretos que van a alterar la calidad estética, organoléptica y de materia orgánica biodegradable presente en el agua.

#### 4.2. Discusión de resultados

Después de obtener los resultados de análisis de laboratorio de las muestras del lixiviado del botadero de Carhuashjirca se acepta la hipótesis general planteada en la presente tesis que establece que los lixiviados producidos en el botadero de Carhuashjirca generan un gran impacto ambiental dentro del cuerpo

de agua de la quebrada Vientojirca; alterando su composición natural con contaminación microbiológica, bioquímica y metales totales.

Este resultado también guarda concordancia con investigaciones realizadas a las plantas de tratamiento de residuos sólidos, su generación de lixiviados e impactos que generan a cuerpos de agua adyacentes a estos.

(Guevara & Polo, 2001), quien en su trabajo de investigación desarrollado denominado “Contaminación de acuíferos por efecto de los lixiviados en el área adyacente al vertedero de desechos sólidos la Guásima, Municipio Libertador, estado de Carabobo”, concluye que las altas concentraciones de Hierro, metales tales como manganeso y aluminio sobrepasan los rangos establecidos y pueden producir Alzheimer y Locura manganésica. La presencia de Coliformes totales y fecales sobrepasan los rangos establecidos.

Existe concordancia con (Ortiz Pastor, 2012), quien en su trabajo de investigación realizado en la ciudad de Gurabo - Puerto Rico; denominado: “Contaminación de los cuerpos de agua superficiales por sistemas de relleno sanitario en Puerto Rico” concluye que las concentraciones de calcio, cloruros y arsénico en aguas debajo de los sistemas de residuos sólidos de Guayama, Guaynabo, Juana Díaz y Toa Alta, excedieron los estándares de calidad ambiental, los cuales deterioran la calidad del agua y aumentan el riesgo de la salud humana.

Existe concordancia con (León Gómez, Cruz Vega, Dávila Pórcel, Velasco Tapia, & Chapa Guerrero, 2015), quien en su trabajo de investigación denominado “Impacto del Lixiviado Generado en el Relleno Sanitario Municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del Agua Superficial y Subterránea”, concluyen que el análisis químico de aguas superficiales y subterráneas al relleno sanitario, ha revelado altas concentraciones de  $\text{NO}_3$ , Pb, Mn y Fe. Cuyos valores acceden la norma oficial mexicana y la legislación de la agencia de protección ambiental y que son potencialmente peligrosos para la salud humana de los habitantes de localidades.

Existe concordancia con (Ramírez Cajaleon, 2016), quien en su trabajo de investigación “Aplicación de la cascara de la musa paradisíaca para la remoción de metales pesados (hierro, níquel y plomo) en el agua de consumo humano de

las localidades de Eslabón y Mitucro - Independencia - Huaraz - Ancash- Diciembre 2015 - Julio 2016”, en su análisis preliminar del análisis de laboratorio de metales totales de Hierro, Níquel y Plomo del agua de manantial de la quebrada de Jacahuain sobrepasan los límites máximos permisibles, por lo tanto hay contaminación por parte del lixiviado del botadero de residuos sólidos de Carhuashjirca.

#### **4.3. Determinación de los impactos ambientales**

Se determinaron los impactos ambientales producidos por el lixiviado del botadero de Carhuashjirca; los cuales tiene incidencia en el suelo, agua, flora y fauna en la quebrada Vientojirca. El impacto ambiental con mayor relevancia se presenta en el cuerpo de agua en la quebrada Vientojirca que se encuentra adyacente a la descarga del lixiviado del botadero de Carhuashjirca, la cual sirve como abastecimiento de agua para consumo humano para poblaciones aledañas como el Centro Poblado Eslabón. Al ingerir agua contaminada se está generando problemas en la salud de los pobladores; quienes presentan problemas, principalmente estomacales, a causa de la presencia de Coliformes totales en el agua.

El problema de los metales totales no se evidencia en corto plazo, puesto que estos son bioacumulativos en el cuerpo humano y las consecuencias en la salud de los pobladores se verán en un largo plazo por lo que podrían presentar ya enfermedades terminales.

La flora en todo el recorrido de la zona de la descarga del lixiviado es casi nula, hasta la unión con el cuerpo de agua, donde se evidencia la presencia predominante de arbustos.

Con respecto al suelo, los pobladores comentan que la fertilidad de los suelos ha ido disminuyendo al pasar del tiempo. Para este problema no se cuenta con antecedentes para poder definir el estado actual del suelo.

##### **4.3.1. Impacto al cuerpo de agua de la quebrada Vientojirca**

Para la evaluación de la calidad del agua de la quebrada Vientojirca, se determinó un punto de monitoreo, cuyas coordenadas de ubicación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 19: Ubicación de la estación de monitoreo del cuerpo de agua

Código	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)		Altitud (msnm)	Descripción
	Este	Norte		
PMA – 01	219033	8944130	3420	Quebrada Vientojirca

Es importante señalar que la toma de muestras se realizó en diferentes fechas, para obtener un resultado homogéneo, considerando las dos estaciones climatológicas que se presentan en la Zona Sierra.

Se consideraron los parámetros de acuerdo al Decreto Supremo 004 – 2017 – MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua: Estándares de Calidad Ambiental para el agua categoría 1: Poblacional y Recreacional, Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

**Tabla 20:** Estándares de Calidad Ambiental para el agua categoría 1: Poblacional y Recreacional, Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS		
Parámetros	Unidad de medida	A1
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
Cianuro total	mg/l	0.07
Cloruros	mg/l	250
Color	TCU	15
Conductividad	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1500
Dureza total	mg/l	500
Fluoruros	mg/l	1.5
pH	Unid. pH	6.5 - 8.5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Sulfatos	mg/l	250
Turbiedad	UNT	5
Nitratos	mg/l	50
Nitritos	mg/l	3

<b>INORGÁNICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>A1</b>
		<b>Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b>
Aluminio total	mg/l	0.9
Arsénico total	mg/l	0.01
Cadmio total	mg/l	0.003
Cobre total	mg/l	2
Cromo total	mg/l	0.05
Hierro total	mg/l	0.3
Manganeso total	mg/l	0.4
Mercurio total	mg/l	0.001
Molibdeno total	mg/l	0.07
Níquel total	mg/l	0.07
Plomo total	mg/l	0.01
Zinc total	mg/l	3
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>A1</b>
		<b>Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b>
Coliformes totales	NMP/100 ml	50
Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	20
Escherichia coli	NMP/100 ml	0

Fuente: Ministerio del Ambiente

Los resultados obtenidos de las dos muestras del cuerpo de agua, de acuerdo a los informes de ensayo N° AG180444 y N° AG190067 correspondiente al 28/11/2018 y 13/03/2019 respectivamente emitidos por el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 21:** Resultados obtenidos del muestreo del agua proveniente de la Quebrada Vientojirca.

<b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Cianuro total	<0.002	<0.002
Cloruros	17	4
Color	<0.5	<0.5
Conductividad (en laboratorio)	349	323
Dureza total	153	62
Fluoruros	<0.10	0.17
pH (en laboratorio)	7.13	7.59
Sólidos totales disueltos	254	307
Sulfatos	<25	<25
Turbiedad (en laboratorio)	0.5	0.25
<b>METALES TOTALES</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Aluminio total	<0.020	0.027
Arsénico total	<0.010	<0.010
Cadmio total	<0.002	<0.002
Cobre total	<0.02	<0.02
Cromo total	<0.010	0.044
Hierro total	<0.005	0.12
Manganeso total	<0.010	0.02
Mercurio total	<0.025	<0.025
Molibdeno total	<0.02	0.07
Níquel total	<0.02	<0.02
Plomo total	<0.010	0.05
Zinc total	<0.05	0.12
<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Nitratos	7.6	5.5
Nitritos	<0.007	0.04
<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>
Bacterias heterotróficas	2	2
Coliformes totales	<2	<2
Coliformes fecales o termotolerantes	<2	<2
Escherichia coli	<2	<2
<b>ANÁLISIS PARASITOLÓGICO</b>		
Huevos de Helmintos	Ausencia	Ausencia
Larvas de Helmintos	Ausencia	Ausencia

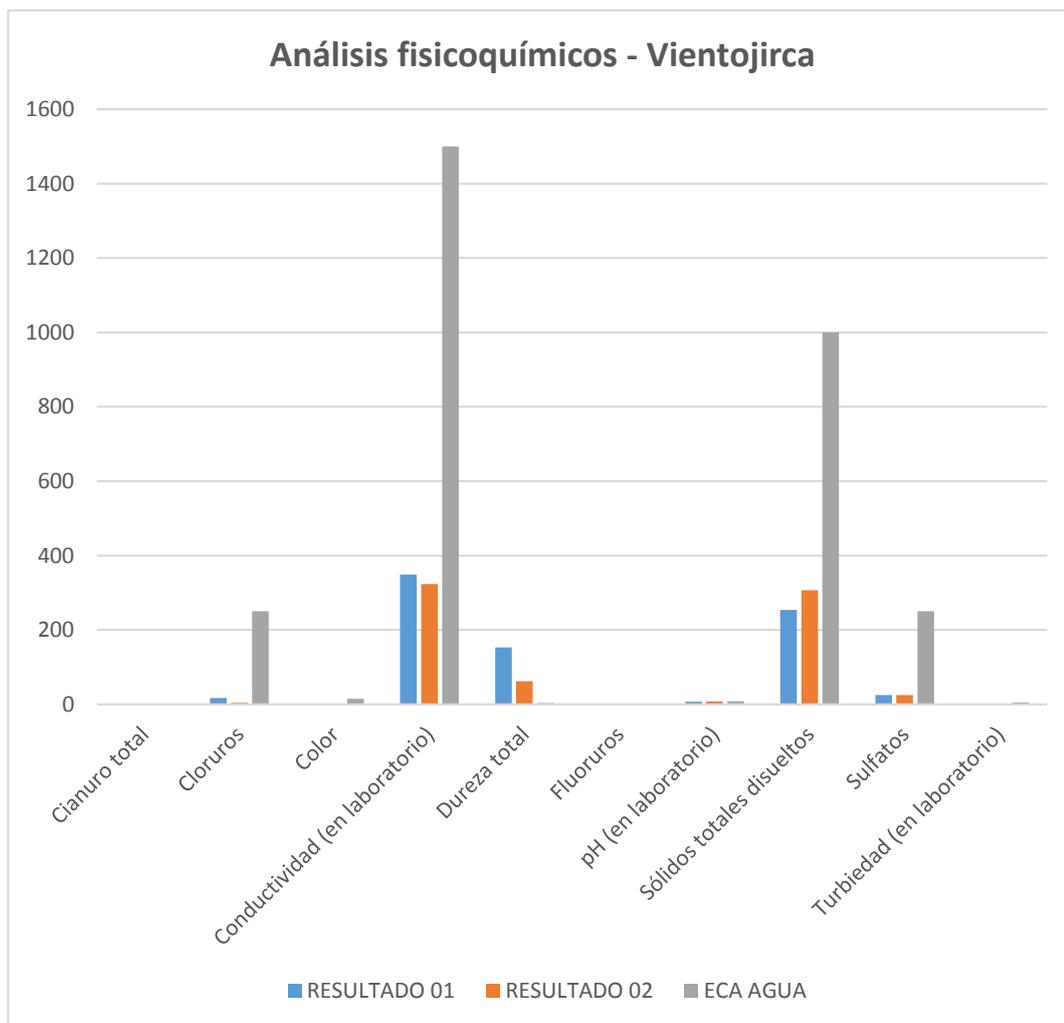
Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM

Una vez recogidos los resultados de laboratorio, se procedió con el análisis y comparación de estos, con la normativa vigente Decreto Supremo 004 – 2017 – MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua: Estándares de Calidad Ambiental para el agua categoría 1: Poblacional y Recreacional, Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; para identificar y determinar las concentraciones excedentes en los parámetros analizados en las muestras, cuyos resultados se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 22:** Comparación de los análisis fisicoquímicos – Vientojirca

<b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01 28/11/2018</b>	<b>RESULTADO 02 13/03/2019</b>	<b>ECA AGUA</b>
Cianuro total	0.002	0.002	0.07
Cloruros	17	4	250
Color	0.5	0.5	15
Conductividad (en laboratorio)	349	323	1500
<b>Dureza total</b>	<b>153</b>	<b>62</b>	<b>3</b>
Fluoruros	0.1	0.17	1.5
pH (en laboratorio)	7.13	7.59	8.5
Sólidos totales disueltos	254	307	1000
Sulfatos	25	25	250
Turbiedad (en laboratorio)	0.5	0.25	5

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM



**Figura 8:** Comparación de resultados de análisis fisicoquímicos – Vientojirca

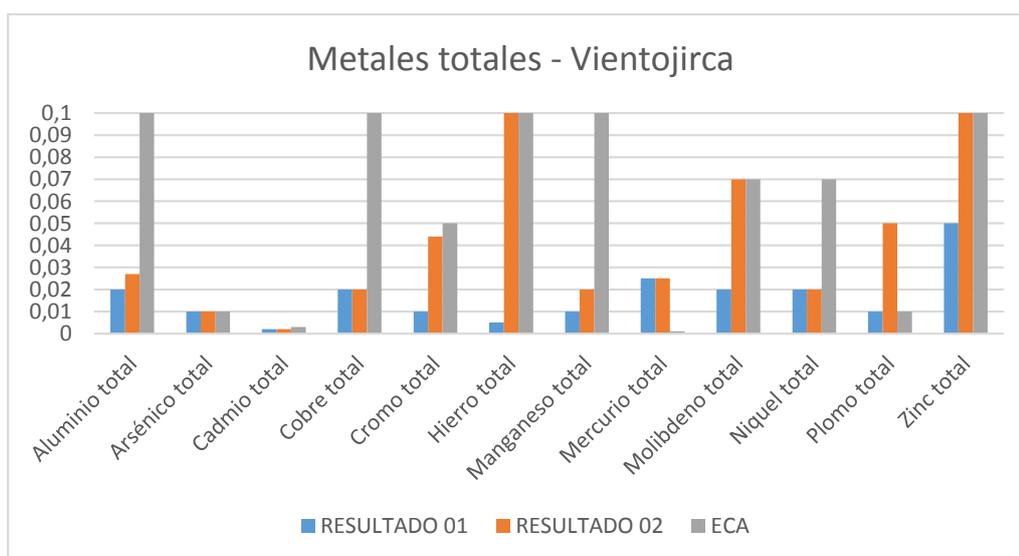
En la figura que antecede se observan, los análisis fisicoquímicos del agua de la Quebrada Vientojirca, donde la concentración de la Dureza total es alta en ambos resultados, sobrepasando así los estándares de calidad ambiental para el agua.

La dureza total en el Agua nos va indicar presencia de carbonatos en calcio y magnesio lo cual va a generar sarro, lo cual afecta estéticamente al agua de la Quebrada Vientojirca y a la salud de las personas que hacen uso de esta agua para su consumo en un largo plazo.

**Tabla 23:** Comparación de los resultados de metales totales - Vientojirca

METALES TOTALES			
PARÁMETRO	RESULTADO 01 28/11/2018	RESULTADO 02 13/03/2019	ECA
Aluminio total	0.02	0.027	0.9
Arsénico total	0.01	0.01	0.01
Cadmio total	0.002	0.002	0.003
Cobre total	0.02	0.02	2
Cromo total	0.01	0.044	0.05
Hierro total	0.005	0.12	0.3
Manganeso total	0.01	0.02	0.4
Mercurio total	0.025	0.025	0.001
Molibdeno total	0.02	0.07	0.07
Níquel total	0.02	0.02	0.07
Plomo total	0.01	0.05	0.01
Zinc total	0.05	0.12	3

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM



**Figura 9:** Comparación de resultados de metales totales - Vientojirca

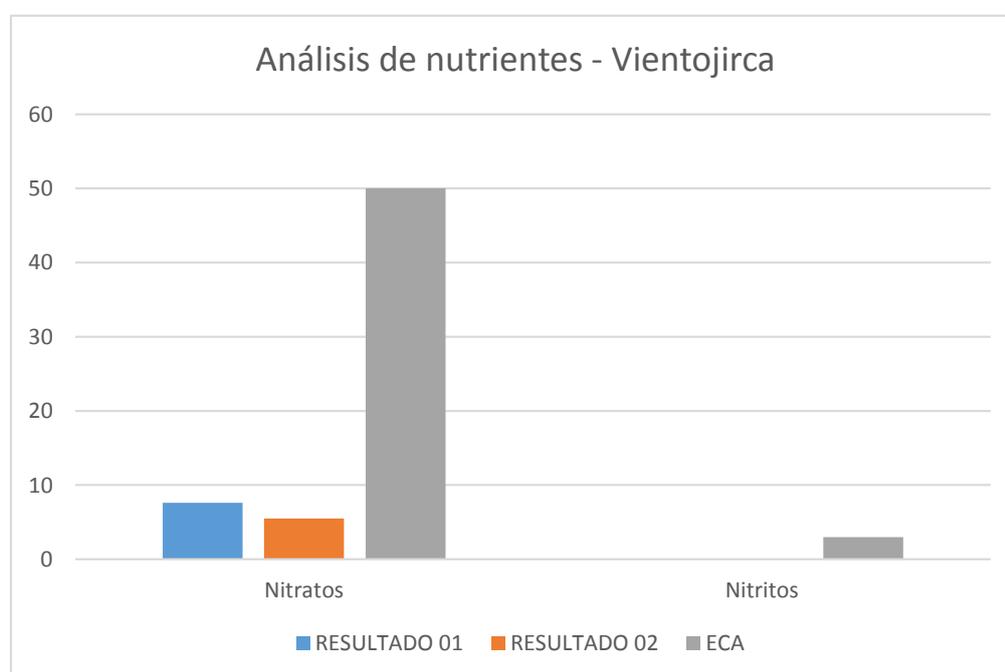
En la figura del análisis de metales totales, se observa que las concentraciones de mercurio total y plomo total en los dos resultados sobrepasan el Estándar de Calidad para Agua determinado por la normativa.

La presencia de estos metales en una elevada concentración en un cuerpo de agua, hace que el uso de este recurso no sea recomendable

para su consumo poblacional, ya que puede producir alteraciones cardiovasculares, en el sistema nervioso, reproductivo, respiratorio, etc.

**Tabla 24:** Comparación de los resultados del análisis de nutrientes - Vientojirca

ANÁLISIS DE NUTRIENTES			
PARÁMETRO	RESULTADO 01 28/11/2018	RESULTADO 02 13/03/2019	ECA
Nitratos	7.6	5.5	50
Nitritos	0.007	0.04	3



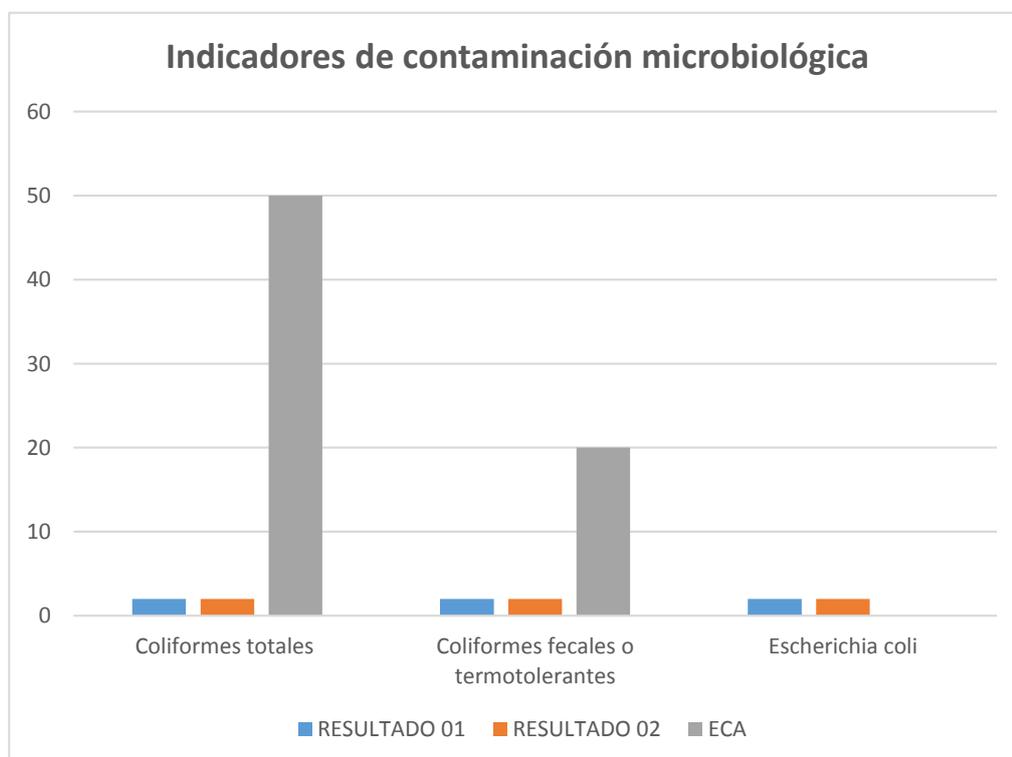
**Figura 10:** Comparación de resultados del análisis de nutrientes - Vientojirca

En la figura anterior análisis de nutrientes, podemos observar que las concentraciones de los parámetros analizados están dentro del rango de los estándares de calidad ambiental para el agua.

Al estar dentro del rango de los ECAS no se genera impacto al agua de la Quebrada Vientojirca.

**Tabla 25:** Comparación de los resultados de los indicadores de contaminación microbiológica - Vientojirca

INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS			
PARÁMETRO	RESULTADO 01 28/11/2018	RESULTADO 02 13/03/2019	ECA
Coliformes totales	<2	<2	50
Coliformes fecales o termotolerantes	<2	<2	20
Escherichia coli	<2	<2	0



**Figura 11:** Comparación de resultados de los indicadores de contaminación microbiológica - Vientojirca

Según la figura que antecede de indicadores de contaminación microbiológica podemos observar que los Coliformes totales, Coliformes fecales están dentro de los rangos de acuerdo al Decreto Supremo 004 – 2017 – MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua.

Con respecto a Escherichia Coli, está por encima de la norma, la presencia de Escherichia Coli en el agua indica la presencia de material patógeno y bacterias, las cuales van a generar enfermedades

gastrointestinales, afectando la salud de las que consumen esta agua contaminada.

#### **4.3.2. Impacto social**

El impacto social, se refleja en los problemas de salud que enfrenta la población, quienes presentan problemas estomacales, con mayor incidencia en los pobladores más vulnerables (niños y ancianos), a esto se suma la escasa presencia de medios de transporte público, por lo que los pacientes no pueden transportarse fácilmente a hospitales por ende acuden a centros de salud de comunidades cercanas donde son atendidos por el personal paramédico encontrándose también escasez de medicamentos.

El conflicto socio ambiental que enfrenta la población de Eslabón con la municipalidad provincial de Huaraz por la contaminación de su agua proveniente de la quebrada Vientojirca ya viene de años sin encontrar solución hasta ahora. Siendo la municipalidad de Huaraz la responsable del manejo, tratamiento de los residuos sólidos y generación de lixiviados no implementa técnicas para la solución del problema.

#### **4.3.3. Impacto económico**

El impacto económico de los pobladores del centro poblado de Eslabón se refleja, en el egreso de dinero para el tratamiento de enfermedades, producidas por el agua contaminada que se consume.

El impacto económico también se refleja en los gastos económicos al asumir los problemas legales que tienen con la municipalidad provincial de Huaraz, ya que asumen pagan servicios de abogados, laboratorios para análisis de sus aguas, consultores, pasajes, etc.

#### **4.4. Alternativas de solución**

A continuación, se detalla las alternativas para poder mejorar el tratamiento de los lixiviados en el botadero controlado de Carhuasjirca y minimizar el impacto ambiental en la quebrada Vientojirca:

- Realizar un cambio de tuberías de mayor capacidad en el sistema de recirculación del lixiviado, puesto que la generación es abundante y las tuberías actuales no se abastecen.
- Emplear métodos de tratamiento de lixiviados como la fitorremediación con especies vegetales ya estudiadas y determinadas en su mayor eficiencia en retención de contaminantes.
- Construir un nuevo tanque de sedimentación para los lixiviados que se producen, pues los existentes no se abastecen, es por eso que se descargan sin control generando impactos ambientales.
- Capacitar al personal responsable en el uso correcto y eficaz de la bomba utilizada para la recirculación del lixiviado.
- Realizar en forma oportuna el mantenimiento de los conductos por los cuales circula el lixiviado desde el punto de origen hasta el tanque de sedimentación.
- Aislar el tanque de rebose con una base y barrera de geo membrana acompañada con un muro de concreto para poder minimizar y controlar el drenaje libre del lixiviado hacia la Quebrada Vientojirca.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Con respecto a los lixiviados los parámetros fisicoquímicos están dentro de los límites máximos permisibles; pero los parámetros de metales totales, microbiológicos y bioquímicos sobrepasan estos límites según el Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM: Límites Máximos Permisibles (LMP) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos; por tanto, convierten a este lixiviado en una sustancia potencialmente contaminante para la quebrada Vientojirca.
- Los impactos ambientales en la Quebrada Vientojirca de mayor relevancia son en el agua ya que altera su composición natural, haciéndola no apta para su consumo humano, por la presencia de metales totales, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en altas concentraciones que sobrepasan los estándares de calidad ambiental según el Supremo 004 – 2017 – MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua: Estándares de Calidad Ambiental para el agua categoría 1: Poblacional y Recreacional, Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- Los impactos sociales y económicos afectan directamente a la población del centro poblado de Eslabón, que hace uso de recurso hídrico que le brinda la quebrada Vientojirca.
- Como alternativa de solución se plantea cambiar las tuberías de recirculación, ampliar los tanques de sedimentación y capacitación permanente al personal del botadero, para mejorar el tratamiento de los lixiviados y minimizar los impactos que se generan en la quebrada Vientojirca.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar estudios sobre tratamientos de lixiviados en rellenos sanitarios.
- Implementar modelos de tratamientos de lixiviados mediante fitorremediación.
- Realizar un análisis trimestral de los lixiviados para evaluar el impacto que se genera.
- Suspender el uso del agua de la quebrada Vientojirca para consumo humano hasta ser tratada.
- Implementar un sistema de tratamiento de agua potable para la captación del agua de la quebrada Vientojirca y pueda ser utilizada para consumo humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anchiraico Cruz, Y. A., & Vilca Huaman, M. N. (2010). *Evaluacion del tratamiento de lixiviados del relleno sanitario de ancon, mediante procesos de coagulacion - floculacion y sedimentacion*. Tesis, Lima.
- Arellano, D. J., & Guzmán Pantoja, J. E. (2011). *Ingeniería Ambiental*. México: Alfaomega Grupo Editor. Recuperado el 13 de Agosto de 2019
- Autoridad local del agua - Huaraz. (2019). *Descarga de aguas residuales lixiviados - botadero - Carhuashjirca*. Técnico, Ancash, Huaraz. Recuperado el 12 de Setiembre de 2019
- Baderna, D., Maggioni, S., Boriani, E., Gemma, S., Molteni, M., Lombardo, A., . . . Benfenati, E. (2011). *A combined approach to investigate the toxicity of an industrial landfill's leachate: chemical analyses, risk assessment and in vitro assays*. Milan: Elsevier.
- Ceslestino Valdez, A. R. (2015). *Validacion de modelo de tratamiento de lixiviado, mediante metodos de fitorremediación par su adecuacion a la planta de tratamiento de residuos solidos de la ciudad de Huaraz - Ancash - 2014*. Tesis pre grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Ancash, Huaraz. Recuperado el 12 de Julio de 2019
- Cheng, C., & Chu, L. (2018). *Fate and distribution of nitrogen in soil and plants irrigated with landfill leachate*. Hong Kong: Elsevier.
- Cisneros, B., & Jimenez, E. (2001). *La Contaminacion Ambiental en Mexico*. Mexico: Limusa S.A. Recuperado el 20 de Agosto de 2019
- Corena Luna, M. d. (2008). *Sistemas de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios*. Tesis, Universidad de Sucre, Sincelejo. Recuperado el 02 de Agosto de 2019, de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/304/2/628.44564C797.pdf>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2004). *Guia de residuos sólidos*. Recuperado el 12 de Julio de 2019, de Ministerio de Salud: [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/fulltext/040525.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/040525.pdf)
- Escamirosa L., D. C. (2001). *Manejo de los residuos solidos domiciliarios*. México: Plaza y Valdés S.A.

- Espíritu Guerra, W. (2015). *Contaminación de las aguas adyacentes al botadero controlado, en el centro poblado de Pampachacra del distrito de Huancavelica – 2014*. Tesis pregrado, Universidad Alas Peruanas, Lima, Lima. Recuperado el 03 de Agosto de 2019, de <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/909>
- Giraldo, E. (2001). Tratamiento de Lixiviados de rellenos Sanitarios. *Revista de ingeniería*, 45. Recuperado el 11 de Agosto de 2019
- Glynn, H., & Heinke Gary, W. (1999). *Ingeniería Ambiental* (Segunda Edición ed.). Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Recuperado el 20 de Julio de 2019
- Gonzales García, J. E. (2018). *Evaluación del riesgo ambiental que genera la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca debido al manejo de los lixiviados*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca. Recuperado el 12 de Agosto de 2019, de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2238/EVALUACI%C3%93N%20DEL%20RIESGO%20AMBIENTAL%20QUE%20GENERA%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS%20DE%20LA%20CIU.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzales Herrera, R., & Rodríguez Castillo, R. (2006). *Contaminación del Acuífero Yucateco por Lixiviado de Residuos Municipales*. Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatan. Mérida: Cordemex. Recuperado el 13 de Agosto de 2019, de <https://iahs.info/uploads/dms/13733.114-635-640-38-308-ROGER-GONZALEZ.pdf>
- Guevara, E., & Polo, M. (2 de Diciembre de 2001). Contaminación de acuíferos por los lixiviados en el área adyacente al vertedero de desechos sólidos la Guásima, Municipio Libertador, Estado Carabobo. *Ingeniería UC*, 10 -11 - 12. Recuperado el 16 de Agosto de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/707/70780202.pdf>
- Guillermo Umaña, J. G., Salazar Ortiz, C., & Stanley Cáceres, M. (2003). *Guía para la Gestión el Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. Centro América: PROARCA.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2007). *INECC*. Recuperado el 24 de Agosto de 2019, de Residuos Sólidos: [www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/345/implicac.html](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/345/implicac.html)

- JEREZ CHAVERRI, J. A. (2013). *Remoción de metales pesados en lixiviados mediante fitorremediación*. San José.
- León Gómez, H., Cruz Vega, C., Dávila Pórcel, R., Velasco Tapia, F., & Chapa Guerrero, J. (29 de Febrero de 2015). Impacto del Lixiviado Generado en el Relleno Sanitario Municipal de Linares (Nuevo León) sobre la Calidad del Agua Superficial y Subterránea. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 26. Recuperado el 07 de Agosto de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1026-87742015000300514](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742015000300514)
- Luna, M. D. (2008). *Sistemas de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios*. Tesis, Sincilejo. Recuperado el 20 de Agosto de 2019, de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/304/2/628.44564C797.pdf>
- Manahan Stanley, E. (2007). *Introducción a la Ingeniería Ambiental*. Mexico: Reverté S.A. Recuperado el 12 de Julio de 2019
- Ministerio de Agricultura, G. y. (2007). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de actividades rurales*. Uruguay: Procisur. Recuperado el 21 de Agosto de 2019, de [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1\\_-\\_manual\\_de\\_evaluacion\\_de\\_impacto\\_ambiental\\_de\\_actividades\\_rurales.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1_-_manual_de_evaluacion_de_impacto_ambiental_de_actividades_rurales.pdf)
- Ministerio del ambiente. (2004). *Ministerio del ambiente*. Recuperado el 12 de Agosto de 2019, de Residuos sólidos: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128192119.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2004). *Ministerio del ambiente*. Recuperado el 13 de Julio de 2019, de Guía de residuos sólidos: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128192119.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Compendio de la Legislación Ambiental Peruana*. Lima: Gráfica Técnica S.R.L.
- Ministerio del Ambiente. (28 de FEBRERO de 2017). *Ministerio del ambiente*. Recuperado el 15 de MAYO de 2019, de Guía de residuos sólidos: [www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/06/Decreto-Legislativo-Na-1278.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/06/Decreto-Legislativo-Na-1278.pdf)
- Montalvo Quiroz, J. S., & Quispe Becerra, M. (2018). *CONTAMINACION DEL AGUA SUPERFICIAL POR LIXIVIADOS DE UN RELLENO SANITARIO*. Tesis pre grado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Cajamarca. Recuperado el

21 de Agosto de 2019, de  
<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23043/Montalvo%20Quiroz%20Jose%20Smith%20-%20Quispe%20Becerra%20Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Municipalidad provincial de Huaraz. (2019). *Tanque de almacenamiento*. Técnico, Municipalidad provincial de Huaraz, Huaraz. Recuperado el Setiembre de 2019

Niño Carvajal, L. X., Ramón Valencia, J. A., & Ramón Valencia, J. L. (Enero de 2016). Contaminación Físicoquímica de acuíferos por los lixiviados generados del relleno sanitario El Carrasco, de Bucaramanga. *Producción + Limpia*, 73 - 74. Recuperado el 11 de Agosto de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v11n1/v11n1a07.pdf>

Orozco Barrenetxea, C. (2008). *Contaminación Ambiental una Visión desde la Química*. Madrid, España: Thompson Editores Spain. Recuperado el 5 de Julio de 2019

Ortiz Pastor, A. (2012). *Contaminación de los cuerpos de agua superficiales por sistemas de relleno sanitario en Puerto Rico*. Tesis maestría, Universidad del Turabo, Gurabo, Gurabo, Puerto Rico. Recuperado el 10 de Agosto de 2019, de [https://gurabo.uagm.edu/sites/default/files/uploads/Centro-Estudios-Doctorales/Tesis-2005-06/Tesis-2011-12/OrtizA\\_2012\\_UT.pdf](https://gurabo.uagm.edu/sites/default/files/uploads/Centro-Estudios-Doctorales/Tesis-2005-06/Tesis-2011-12/OrtizA_2012_UT.pdf)

Ramírez Cajaleón, Y. R. (2016). *Aplicación de la cascara de la Musa paradisiaca para la remoción de metales pesados (hierro, níquel y plomo) en el agua de consumo humano de las localidades de Eslabón y Mitucro - Independencia - Huaraz - Ancash - Diciembre 2015 - Julio 2016*. Tesis pre grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Ancash, Huaraz. Recuperado el 5 de Agosto de 2019, de [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2371/T033\\_46221581\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2371/T033_46221581_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sancho, C. J. (1996). *Manual para la Rehabilitación y clausura de Tiraderos a cielo abierto*. Recuperado el 18 de Agosto de 2019, de <http://www.ods.org.pe/material-de-consulta/27-manual-para-la-rehabilitacion-y-clausura-de-tiraderos-a-cielo-abierto-san-bartolo-sedesol-pdf/file>

Sawyer, C. N., McCarty, P. L., & Parkin, G. F. (2000). *Química para Ingeniería Ambiental*. Colombia, Colombia: McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A. Recuperado el 22 de Agosto de 2019

Tchobanoglus, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid: McGraw - Hill. Recuperado el 14 de Julio de 2019

Vásquez Vásquez, F. (2010). "*Evaluación de la calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto sector Yacucatina San Martín – Perú*". Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de San Martín, San Martín, Tarapoto. Recuperado el 06 de Agosto de 2019, de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/461/TPEPG-M000062010.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Vera Taopanta, M. (s.f.). *DSPACE*. Recuperado el 23 de Agosto de 2019, de DSPACE:  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../2/GRASASYACEITE S.doc>

# **ANEXOS**

# ANEXO 1

CONCENTRACIONES DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LIXIVIADOS DE RELLENOS SANITARIOS Y DE SEGURIDAD.

<b>Límites máximos permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>LMP</b>
<b>GENERALES</b>		
pH		6.5 - 8.5
Sólidos totales en suspensión	mg/l	30
<b>ORGÁNICOS</b>		
DBO	mg/l DBO <sub>5</sub>	120
DQO	mg/l DQO	20
<b>INORGÁNICOS</b>		
Arsénico total	mg/l	0.1
Cadmio total	mg/l	0.1
Cobre total	mg/l	0.5
Hierro total	mg/l	2
Mercurio total	mg/l	0.01
Plomo total	mg/l	0.5
Zinc total	mg/l	0.5
Cromo VI	mg/l	0.1
<b>BIOLÓGICOS</b>		
Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100ml	1000

Fuente: Ministerio del ambiente

Estándares de calidad ambiental para el agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional en la Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

<b>Categoría 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL</b>		
<b>Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</b>		
<b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>A1</b>
		<b>Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b>
Cianuro total	mg/l	0.07
Cloruros	mg/l	250
Color	TCU	15
Conductividad	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1500
Dureza total	mg/l	3
Fluoruros	mg/l	1.5
pH	Unid. pH	6.5 - 8.5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Sulfatos	mg/l	250
Turbiedad	UNT	5
Nitratos	mg/l	50
Nitritos	mg/l	3
<b>INORGÁNICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>A1</b>
		<b>Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b>
Aluminio total	mg/l	0.9
Arsénico total	mg/l	0.01
Cadmio total	mg/l	0.003
Cobre total	mg/l	2
Cromo total	mg/l	0.05
Hierro total	mg/l	0.3
Manganeso total	mg/l	0.4
Mercurio total	mg/l	0.001
Molibdeno total	mg/l	0.07
Niquel total	mg/l	0.07
Plomo total	mg/l	0.01
Zinc total	mg/l	3
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>A1</b>
		<b>Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b>
Coliformes totales	NMP/100 ml	50
Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	20
Escherichia coli	NMP/100 ml	0

Fuente: Ministerio del ambiente

## **ANEXO 2**

**RESULTADO DE MUESTRAS Y COMPARACIÓN  
CON LOS LMP Y ECAS.**

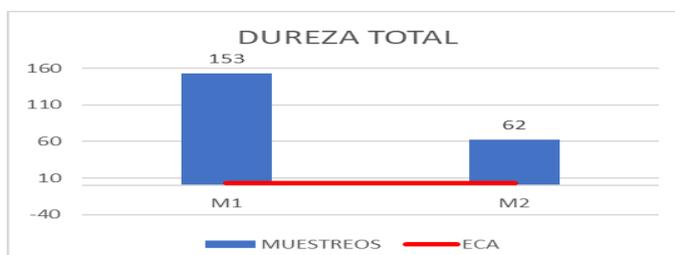
- **Quebrada Vientojirca**

Cuadro comparativo de Concentraciones

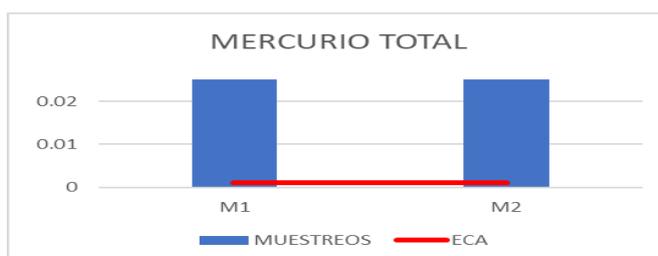
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS			
PARÁMETRO	RESULTADO 01	RESULTADO 02	ECA AGUA
Cianuro total	0.002	0.002	0.07
Cloruros	17	4	250
Color	0.5	0.5	15
Conductividad (en laboratorio)	349	323	1500
<b>Dureza total</b>	<b>153</b>	<b>62</b>	<b>3</b>
Fluoruros	0.1	0.17	1.5
pH (en laboratorio)	7.13	7.59	8.5
Sólidos totales disueltos	254	307	1000
Sulfatos	25	25	250
Turbiedad (en laboratorio)	0.5	0.25	5
METALES TOTALES			
PARÁMETRO	RESULTADO 01	RESULTADO 02	ECA
Aluminio total	0.02	0.027	0.9
Arsénico total	0.01	0.01	0.01
Cadmio total	0.002	0.002	0.003
Cobre total	0.02	0.02	2
Cromo total	0.01	0.044	0.05
Hierro total	0.005	0.12	0.3
Manganeso total	0.01	0.02	0.4
<b>Mercurio total</b>	<b>0.025</b>	<b>0.025</b>	<b>0.001</b>
Molibdeno total	0.02	0.07	0.07
Niquel total	0.02	0.02	0.07
<b>Plomo total</b>	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
Zinc total	0.05	0.12	3
ANÁLISIS DE NUTRIENTES			
PARÁMETRO	RESULTADO 01	RESULTADO 02	ECA
Nitratos	7.6	5.5	50
Nitritos	0.007	0.04	3
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS			
PARÁMETRO	RESULTADO 01	RESULTADO 02	ECA
Coliformes totales	2	2	50
Coliformes fecales o termotolerantes	2	2	20
Escherichia coli	2	2	0

Cuadros Estadísticos Comparativos de las Concentraciones que sobrepasan el ECA.

DUREZA TOTAL		
	M1	M2
MUESTREOS	153	62
ECA	3	3



MERCURIO TOTAL		
	M1	M2
MUESTREOS	0.025	0.025
ECA	0.001	0.001



PLOMO TOTAL		
	M1	M2
MUESTREOS	0.01	0.05
ECA	0.01	0.01



Como se puede observar en los gráficos la dureza total, mercurio total y plomo total, las concentraciones de estas están por encima de los Estándares de Calidad Ambiental, confirmando que el cuerpo de agua está contaminado.

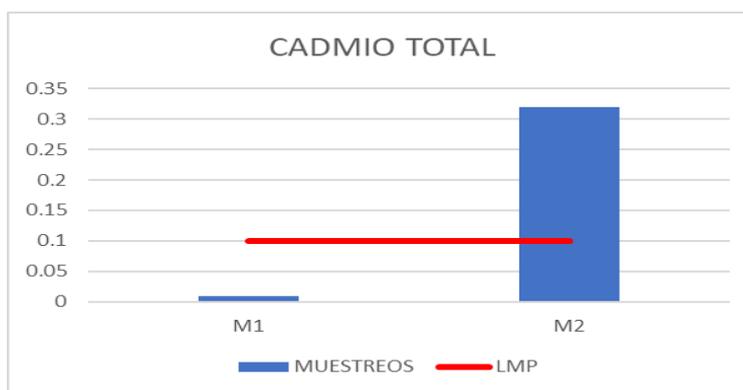
- **Botadero Carhuashjirca**

Cuadro comparativo de Concentraciones

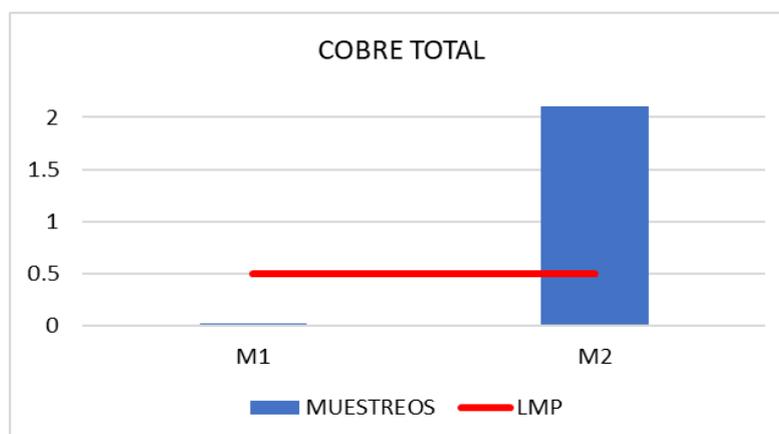
<b>COMPARACIÓN DE LOS LMP CON LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL BOTADERO DE CARHUASHJIRCA</b>			
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01</b>	<b>RESULTADO 02</b>	<b>LMP</b>
pH (en laboratorio)	7.27	7.89	8.5
Sólidos totales en suspensión	3	7	30
<b>METALES TOTALES</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01</b>	<b>RESULTADO 02</b>	<b>LMP</b>
Arsénico total	0.01	0.06	0.1
Cadmio total	0.009	0.32	0.1
Cobre total	0.02	2.1	0.5
Hierro total	0.81	6.001	2
Mercurio total	0.081	0.06	0.01
Plomo total	0.011	8.9	0.5
Zinc total	0.05	7	0.5
Cromo VI	0.01	4.1	0.1
<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01</b>	<b>RESULTADO 02</b>	<b>LMP</b>
Coliformes fecales o termotolerantes	2300	46000	1000
<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO 01</b>	<b>RESULTADO 02</b>	<b>LMP</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	351	257	120
Demanda Química de Oxígeno	684	760	20

Cuadros Estadísticos Comparativos de las Concentraciones que sobrepasan los LMP.

CADMIO TOTAL		
	M1	M2
MUESTREOS	0.009	0.32
LMP	0.1	0.1

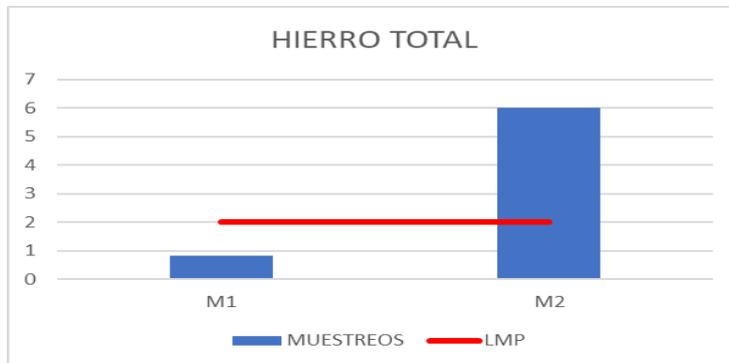


COBRE TOTAL		
	M1	M2
MUESTREOS	0.02	2.1
LMP	0.5	0.5

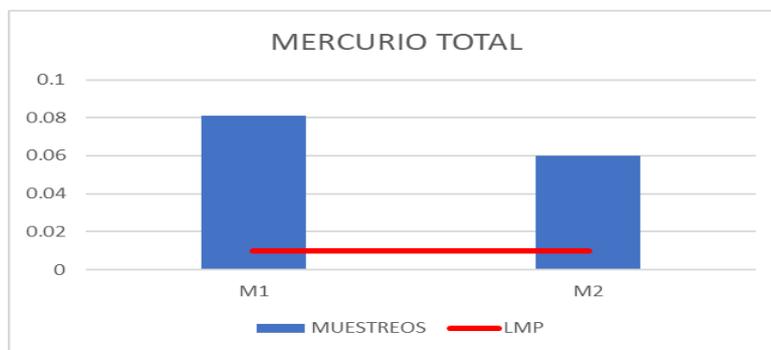


Como se puede observar en los gráficos la cadmio total y cobre total, las concentraciones de estas están por encima de los límites máximos permisibles, siendo altamente tóxicos para su descarga directa.

HIERRO TOTAL		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	0.81	6.001
<b>LMP</b>	2	2

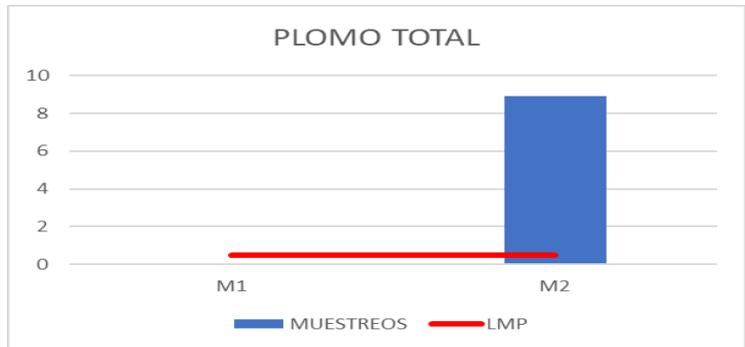


MERCURIO TOTAL		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	0.081	0.06
<b>LMP</b>	0.01	0.01

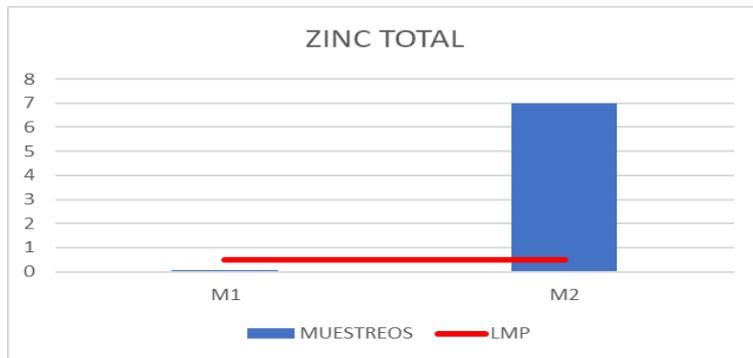


Como se puede observar en los gráficos la hierro total y mercurio total, las concentraciones de estas están por encima de los límites máximos permisibles, siendo altamente tóxicos para su descarga directa.

PLOMO TOTAL		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	0.011	8.9
<b>LMP</b>	0.5	0.5

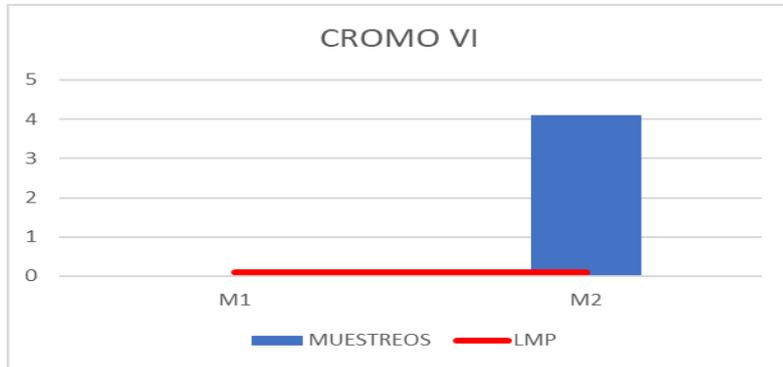


ZINC TOTAL		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	0.05	7
<b>LMP</b>	0.5	0.5

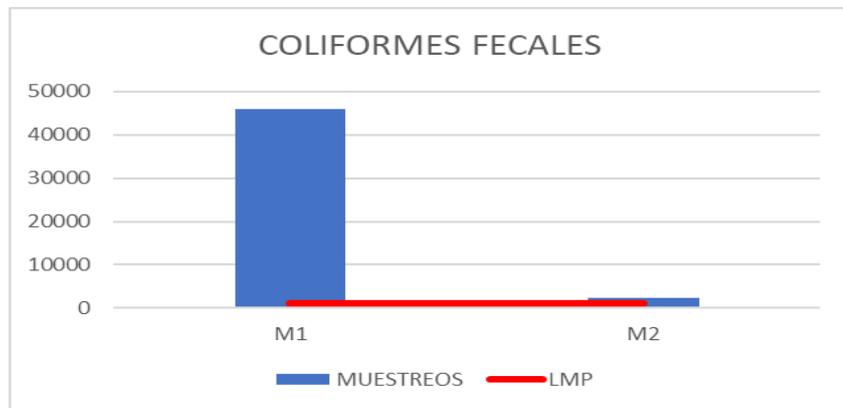


Como se puede observar en los gráficos la plomo total y zinc total, las concentraciones de estas están por encima de los límites máximos permisibles, siendo altamente tóxicos para su descarga directa.

CROMO VI		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	0.01	4.1
<b>LMP</b>	0.1	0.1

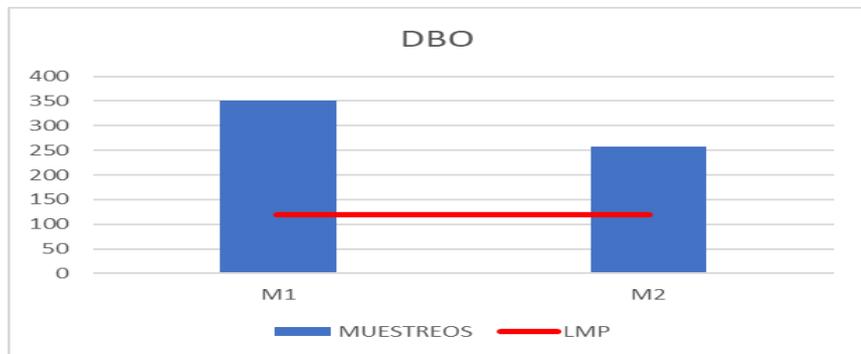


COLIFORMES FECALES		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	46000	2300
<b>LMP</b>	1000	1000



Como se puede observar en los gráficos el cromo VI y Coliformes fecales, las concentraciones de estas están por encima de los límites máximos permisibles, siendo altamente tóxicos para su descarga directa.

DBO		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	351	257
<b>LMP</b>	120	120



DQO		
	M1	M2
<b>MUESTREOS</b>	684	760
<b>LMP</b>	20	20

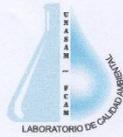


Como se puede observar en los gráficos el DQO y DBO, las concentraciones de estas están por encima de los límites máximos permisibles, siendo altamente tóxicos para su descarga directa.

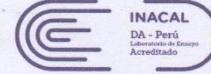
## **ANEXO 3**

RESULTADOS DE LABORATORIO: AGUA DE LA QUEBRADA  
DE VIENTOJIRCA Y LIXIVIADO DEL BOTADERO  
CONTROLADO DE CARHUASHJIRCA

# Muestra de agua N°01



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

## INFORME DE ENSAYO AG180444

**CLIENTE** Razón Social : SÁNCHEZ CHÁVEZ WILLIAMS  
Dirección : Shancayan - Independencia  
Atención : Sánchez Chávez Williams

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Riachuelo  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Quebrada Vientojirca, Distrito de Independencia  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180318

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 28/Noviembre/2018  
Fecha de análisis : 28 de Noviembre al 05 de Diciembre/2018  
Cotización N° : CO180471

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Q - V
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	28/11/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	7:56
					Código del Laboratorio	AG180622
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ07	Cianuro Total	mg/l CN	Acido barbílúrico-piárdincarbóxico (*)	0.002		< 0.002
FQ10	Cloruros	mg/l Cl	APHA 4500-Cl B (*)	1		17
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		349.0
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C (*)	1		153
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complexone (*)	0.10		< 0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B -Versión 2012 (*)	.....		7.13
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		254
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		< 25
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		0.50
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		< 0.020
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT06	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		< 0.002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbábazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		< 0.005
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldóxina (*)	0.010		< 0.010
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cetone de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT21	Molibdeno total	mg/l	Rouge de bromopyrogallol (*)	0.02		< 0.02
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgioxina (*)	0.02		< 0.02
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		< 0.05
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub>	Nitrospectral (*)	1.0		7.6
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub>	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS</b>					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	1		2
CM03	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B (*)	2		< 2
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2		< 2
CM09	Escherichia coli	NMP/100 ml	APHA 9225 A (*)	2		< 2
<b>AP</b>	<b>ANÁLISIS PARASITOLÓGICO</b>					
AP15	Huevos de Helminfos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia
AP16	Larvas de Helminfos	Larvas/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

Los resultados de los ensayos 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.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirigidas se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

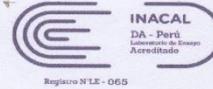
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huarez-Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
E-mail: labfcaam@hotmail.com

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

Página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065

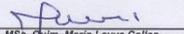


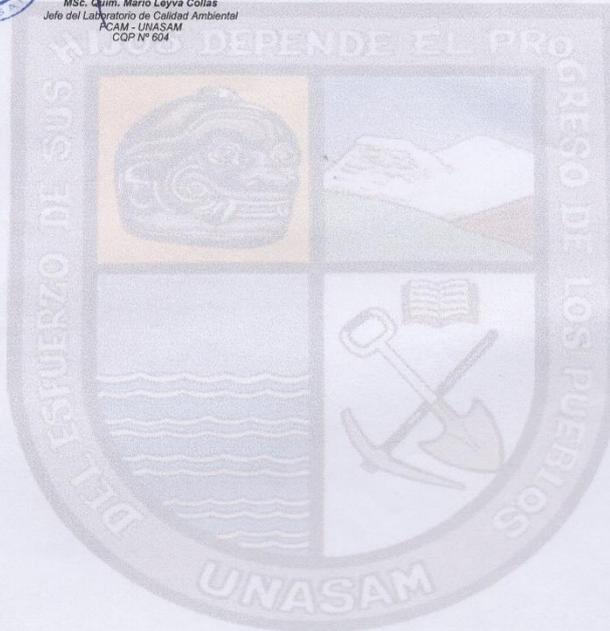
### INFORME DE ENSAYO AG180444

NOTA:  
I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:  
aj) Conductividad = 28 días

Huaraz, 05 de Diciembre de 2018



  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604



Los resultados de los ensayos 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.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
E-mail: labcam@hotmail.com

Página 2 de 2

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental - UNASAM

# Muestra de agua N°02



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

## INFORME DE ENSAYO AG190067

**CLIENTE** Razón Social : SÁNCHEZ CHÁVEZ WILLIAMS  
Dirección : Shancayan - Independencia  
Atención : Sánchez Chávez Williams

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Riachuelo  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Quebrada Vientojirca, Distrito de Independencia  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC190029

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 13/Marzo/2019  
Fecha de análisis : 13 de Marzo al 20 de Marzo/2019  
Cotización N° : CO190162

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Q - V
					Fecha de muestreo	13/03/2019
					Hora de muestreo	8:15
					Código del Laboratorio	AG190067
<b>FQ</b> ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ07	Cianuro Total	mg/l CN	Acido barbitúrico-piridincarbonílico (*)	0.002		< 0.002
FQ10	Cloruros	mg/l Cl	APHA 4500-Cl B (*)	1		4
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		323
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C (*)	1		62
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizaine complexone (*)	0.10		0.17
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2017 (*)	.....		7.59
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		307
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		< 25
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		0.25
<b>MT</b> METALES TOTALES						
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.027
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		< 0.002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.044
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.120
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.020
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT21	Molibdeno total	mg/l	Rouge de bromopyrogallol (*)	0.02		0.07
MT22	Níquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		< 0.02
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.050
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.12
<b>NU</b> ANALISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		5.5
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess (*)	0.007		0.040
<b>CM</b> INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	1		2
CM03	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B (*)	2		< 2
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2		< 2
CM09	Escherichia coli	NMP/100 ml	APHA 9225 A (*)	2		< 2
<b>AP</b> ANALISIS PARASITOLÓGICO						
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia
AP16	Larvas de Helmintos	Larvas/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reortados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Los resultados de los ensayos 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.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huarez-Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 2

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental - UNASAM



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065



INFORME DE ENSAYO AG190067 Informe N° LE - 065

NOTA:  
I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:  
a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 20 de Marzo de 2019



*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604



Los resultados de los ensayos 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.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contamuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash, Telef:421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 2 de 2

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental - UNASAM

# Muestra de lixiviado N°01



## INFORME DE ENSAYO AG180445

**CLIENTE** Razón Social : SÁNCHEZ CHÁVEZ WILLIAMS  
 Dirección : Shancayan - Independencia  
 Atención : Sánchez Chávez Williams  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Proceso  
 Matriz : Aguas de Lixiviación  
 Procedencia : Botadero de Carhuajirca, Distrito de Huaraz  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180319  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 28/Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 28 de Noviembre al 05 de Diciembre/2018  
 Cotización N° : CO180764

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	L - B
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	28/11/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	8:30
					Código del Laboratorio	AG180623
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ01	Acetles y Grasas	mg/l	APHA 5520 B	1		288
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2012	.....		7.27
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1		3
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B	.....		19.8
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion	0.002		0.009
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D	0.1		220.0
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cupritrons	0.02		< 0.02
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.810
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500-Mg E	0.05		0.18
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaidoxina	0.010		96.700
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Celone de Michler	0.025		0.081
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina	0.02		< 0.02
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.011
MT32	Zinc total	mg/l Zn	CI-PAN	0.05		0.05
MT33	Cromo VI	mg/l Cr <sup>6+</sup>	Difenilcarbazida	0.010		< 0.010
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	2		46000
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		351
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico	25		684

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Colles  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 604

Huaraz, 05 de Diciembre de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental - UNASAM

## Muestra de lixiviado N°02



### INFORME DE ENSAYO AG190066

**CLIENTE**  
 Razón Social : SÁNCHEZ CHÁVEZ WILLIAMS  
 Dirección : Shancayan - Independencia  
 Atención : Sánchez Chávez Williams

**MUESTRA**  
 Producto declarado : Agua de Lixiviado  
 Matriz : Aguas de Lixiviación  
 Procedencia : Botadero de Carhuasirca  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC190028

**MUESTREO**  
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica

**LABORATORIO**  
 Fecha de recepción : 13/Marzo/2019  
 Fecha de análisis : 13 de Marzo al 21 de Marzo 2019  
 Cotización N° : CO190163

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	L - B
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	13/03/2019
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	8:58
					Código del Laboratorio	AG190066
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B	1		165
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2017			7.89
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1		7
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B			19.6
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		0.060
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion	0.002		0.320
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D	0.1		1120.0
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona	0.02		2.10
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		6.001
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA -3500-Mg E	0.05		1.70
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010		0.800
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétones de Michler	0.025		0.060
MT22	Níquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina	0.02		8.00
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		8.900
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		7.00
MT33	Cromo VI	mg/l Cr <sup>VI</sup>	Difenilcarbaziida	0.010		4.100
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS</b>					
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	2		2300
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		257
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico	25		760

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Legend: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 604

Huaraz, 21 de Marzo de 2019

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3502- 3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Fi-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

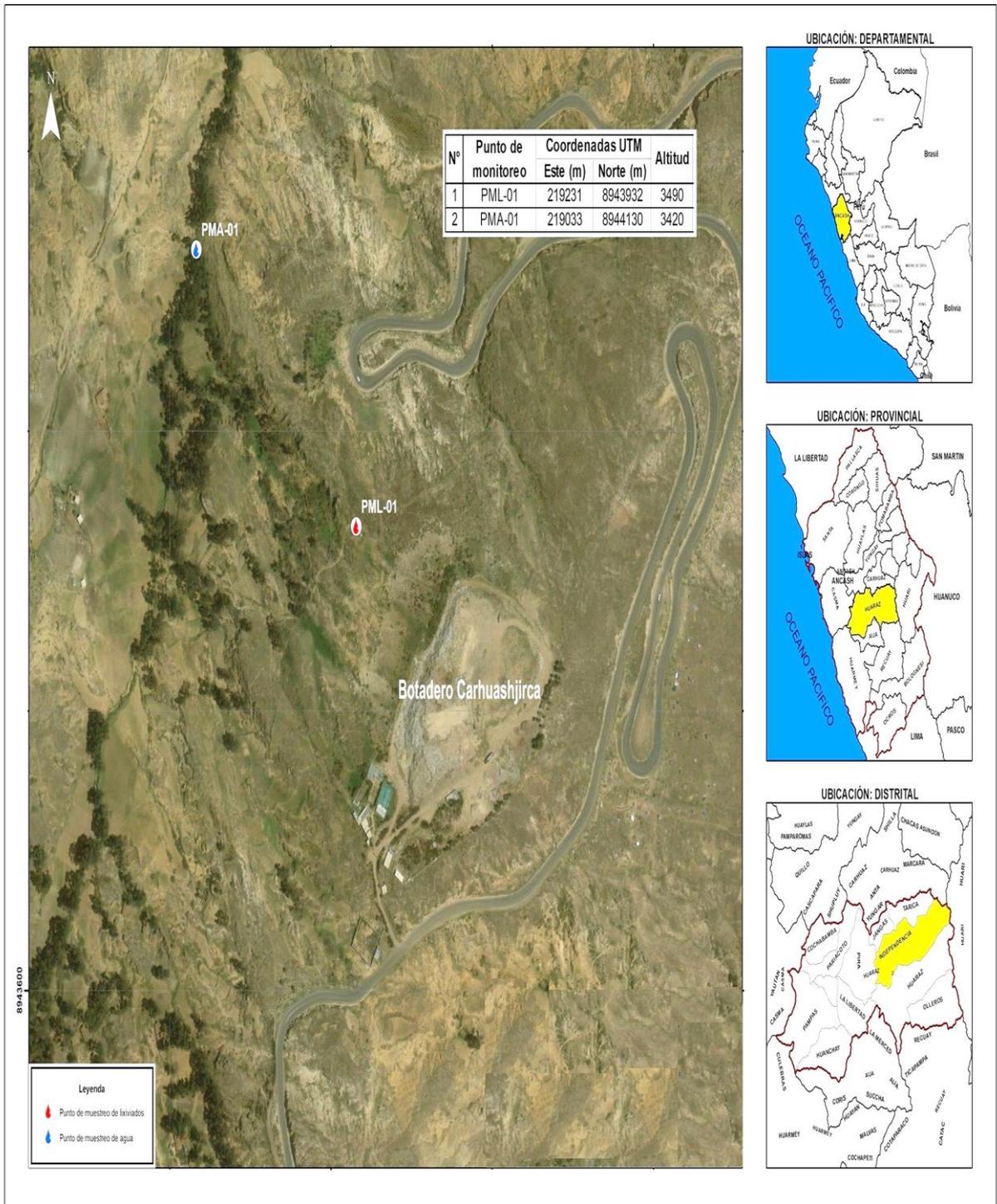
Página 1 de 1

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental - UNASAM

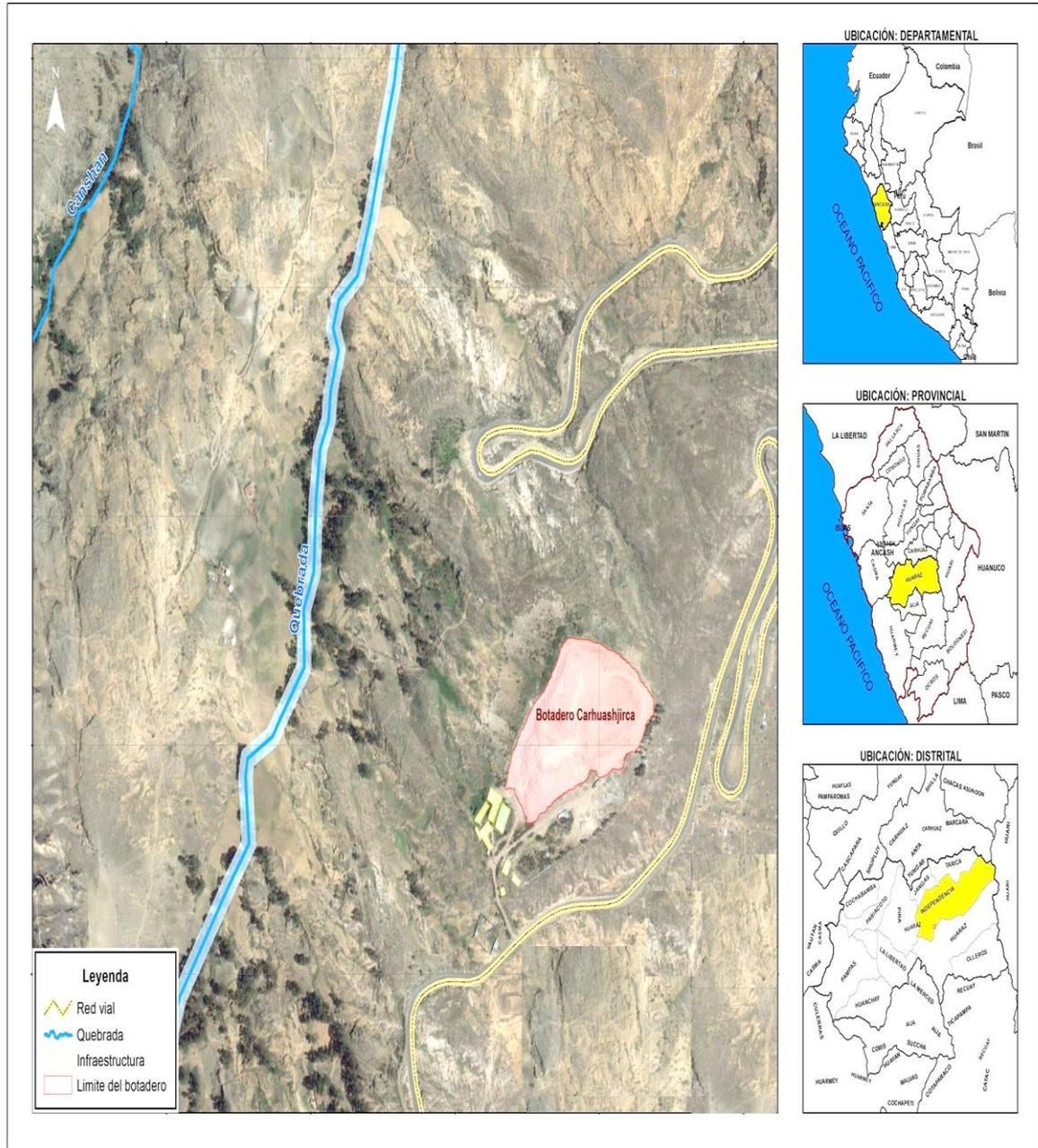
## **ANEXO 4**

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO,  
QUEBRADA VIENTOJIRCA, BOTADERO  
CONTROLADO DE CARHUASHJIRCA Y AREAS  
DE INFLUENCIA.

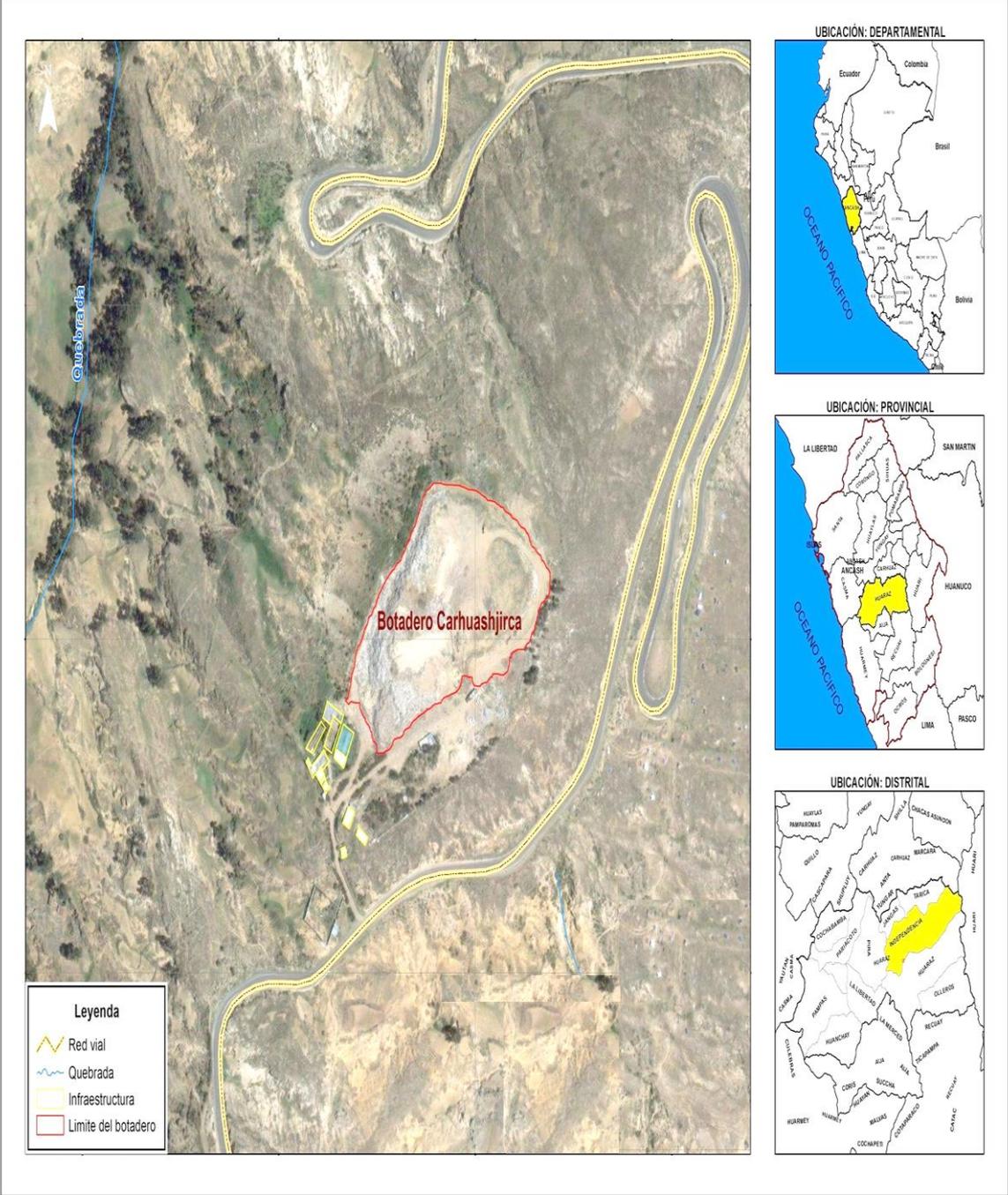
## Mapa de ubicación de puntos de muestreo.



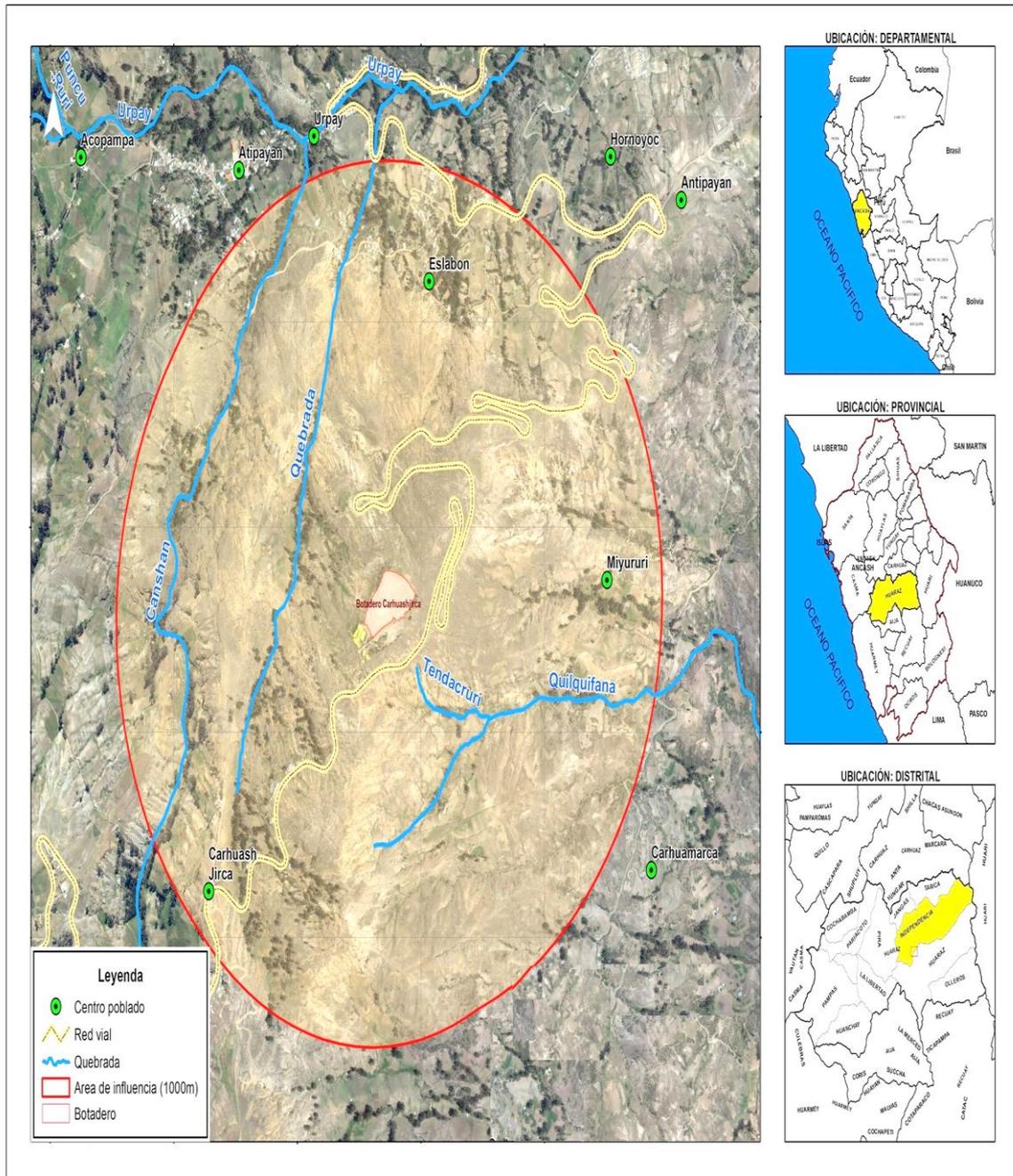
## Mapa de ubicación de la Quebrada de Vientojirca



Mapa de ubicación de del botadero de Carhuashjirca



## Mapa de ubicación de áreas de influencia



## **ANEXO 5**

GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA EJECUCIÓN DE  
LA TESIS.

## Identificación de los puntos de muestreo





**Materiales para el muestreo**



**Recojo de la muestra de lixiviado**



**Identificación del Problema**



Descarga de lixiviados a la quebrada Vientojirca

