



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

IMPACTO EN LA CALIDAD DEL SUELO Y AGUA OCASIONADO POR EL

BOTADERO MUNICIPAL DEL DISTRITO HUANTA, 2020

Línea de investigación: Tecnología para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Quintero Urbay, Franck Jeysson

Asesor:

Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio

(ORCID: 0000-0003-1485-5854)

Jurado:

Rojas León, Gladys

Vásquez Aranda, Omar Ahuber

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Lima – Perú

2022

Dedicatoria

A mi madre Marizol Urbay Ávila quien con su apoyo, amor y motivación ha contribuido tanto en mi formación personal como en la profesional.

A mi padre Constantino Quintero Gavilán por su apoyo incondicional, constancia y enseñanzas para mi formación personal y profesional.

A mis hermanos José y Marco por ser mi motivación.

A mi abuelo Eduardo Quintero Aranda por su amor, apoyo incondicional y comprensión.

A mis tíos Romel, Vilma, Diógenes, Magno y Rocío; así como a mis amigos por su amor, orientación y apoyo incondicional.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por bendecir mi vida.

A mis padres, Marizol Urbay Ávila y Constantino Quintero Gavilán, por su apoyo constante e incondicional, así como por confiar en mí para ser un profesional competente.

A mis hermanos y familia en general por su apoyo constante, confianza en mí y buenos deseos.

A los profesores quienes me brindaron, no solo los conocimientos necesarios para mi formación profesional, sino también orientaciones para mi formación personal.

Agradecer a mi asesor el Ingeniero Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi, por brindarme su tiempo y conocimientos para la presente tesis.

A mis amigos quienes formaron parte de mi formación profesional y personal, con quienes compartí conocimientos y consejos.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. Introducción.....	10
1.1. Descripción y Formulación del Problema.....	10
1.2. Antecedentes	14
1.2.1. Antecedentes Nacionales	14
1.2.2. Antecedentes Internacionales.....	17
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivo General	22
1.3.2. Objetivos Específicos.....	22
1.4. Justificación	23
1.5. Hipótesis	24
1.5.1. Hipótesis Principal	24
1.5.2. Hipótesis Específicas	24
II. Marco Teórico	25
2.1. Bases Teóricas	25
III. Método	51
3.1. Tipo de Investigación	51
3.2. Ámbito Temporal y Espacial.....	51
3.3. Variables.....	53

3.4.	Población y Muestra.....	55
3.5.	Instrumentos	58
3.6.	Procedimientos	58
3.7.	Análisis de Datos.....	59
3.8.	Consideraciones Éticas.....	60
IV.	Resultados.....	61
V.	Discusión de Resultados	69
VI.	Conclusiones.....	76
VII.	Recomendaciones.....	78
	Referencias.....	79
	Anexos	90

Índice de Tablas

Tabla 1 Indicadores físicos de la calidad del suelo.....	35
Tabla 2 Indicadores químicos de la calidad del suelo.....	36
Tabla 3 Indicadores biológicos de la calidad del suelo.....	37
Tabla 4 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo	38
Tabla 5 Indicadores físicos de la calidad del agua.....	41
Tabla 6 Indicadores químicos de la calidad del agua	41
Tabla 7 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua: Categoría riego de vegetales y bebida de animales.....	44
Tabla 8 Matriz de Operacionalización de las variables	54
Tabla 9 Estaciones de monitoreo	59
Tabla 10 Contenido de metales inorgánicos en el suelo	61
Tabla 11 Parámetros físico – químicos de la calidad del agua	62
Tabla 12 Metales inorgánicos de la calidad del agua	63
Tabla 13 Parámetros microbiológicos y parasitológicos de la calidad del agua.....	64
Tabla 14 Parámetros orgánicos de la calidad del agua	65
Tabla 15 Parámetros de plaguicidas en la calidad del agua.....	66
Tabla 16 Impacto ambiental en la calidad del agua y del suelo generada por el botadero municipal de Huanta	67

Índice de Figuras

Figura 1 Criterios para evaluación del impacto ambiental de la matriz de Conesa.....	32
Figura 2 Mapa de ubicación del botadero municipal de Huanta	52
Figura 3 Mapa de límite del botadero municipal de Huanta.....	53
Figura 4 Mapa de puntos de monitoreo	57

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto ambiental ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta en la calidad del suelo y agua, 2020. Para ello se utilizó la metodología descriptiva con enfoque cuantitativo aplicada a una muestra de 5 puntos de monitoreo: punto 1 (E1) correspondió a la estación de recolección del agua superficial y los restantes (E2, E3, E4 y E5), a estaciones de muestreo del suelo. El muestreo siguió los lineamientos del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y de la Guía para Muestreo de Suelos, y los resultados obtenidos se compararon posteriormente con los estándares ECA. Además, se elaboró la matriz de Conesa simplificada para evaluar el impacto ambiental sobre los factores abióticos (suelo y agua), considerando los resultados de calidad, donde se evidenció un impacto negativo, poco significativo, establecidos dentro de los límites por el ECA. Sin embargo, se obtuvo una incidencia directa en los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y en los metales inorgánicos del agua, en valores superiores a los estándar ECA para los indicadores DBO₅ con 18.5/15 mg/L, DQO con 40/40 mg/L y Coliformes fecales (Termo-tolerantes) con 1700/2000 NMP/100 ml. Asimismo, se encontró más del 53% del total de metales inorgánicos no estandarizados en el ECA para las categorías D1 y D2 comparadas. Se concluye con un impacto moderado sobre la calidad del agua y uso del suelo, y un impacto bajo en las propiedades fisicoquímicas del suelo, generadas por el botadero.

Palabras claves: *Calidad del agua, calidad del suelo, botadero, impacto ambiental.*

Abstract

The objective of this research was to evaluate the environmental impact caused by the municipal dump in the district of Huanta on soil and water quality, 2020. A descriptive methodology with a quantitative approach was applied to a sample of 5 monitoring points: point 1 (E1) corresponded to the surface water collection station and the remaining (E2, E3, E4 and E5) to soil sampling stations. Sampling followed the guidelines of the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources and the Guide for Soil Sampling, and the results obtained were subsequently compared with the ECA standards. In addition, the simplified Conesa matrix was prepared to evaluate the environmental impact on abiotic factors (soil and water), considering the quality results, which showed a negative impact, not very significant, established within the ECA limits. However, there was a direct impact on the physicochemical and microbiological parameters and on the inorganic metals in the water, with values higher than the ECA standard for the indicators BOD5 with 18.5/15 mg/L, COD with 40/40 mg/L and fecal coliforms (thermo-tolerant) with 1700/2000 NMP/100 ml. Also, more than 53% of the total non-standardized inorganic metals were found in the ECA for the D1 and D2 categories compared. We conclude with a moderate impact on water quality and land use, and a low impact on the physicochemical properties of the soil, generated by the landfill.

Keywords: *Water quality, soil quality, dump, environmental impact.*

I. Introducción

1.1. Descripción y Formulación del Problema

Uno de los problemas que impactan de manera directa a la sociedad a nivel global es lo relacionado al inadecuado manejo de los residuos sólidos, incrementando los índices de contaminación al ser dispuestos en zonas no aptas para ello. Un claro ejemplo de esto son los botaderos a cielo abierto, que no son más que un área para la disposición final de los residuos sólidos recolectados en una comunidad carentes de algún sistema de control, en los que dichos residuos se arrojan al suelo o se entierran por prolongados periodos de tiempo, sin contar con los procedimientos técnicos diseñados para el manejo y disposición final, como lo son los rellenos sanitarios, siendo operaciones no seguras desde el punto de vista medio ambiental tendientes a afectar las características de la zona y a generar riesgos directos para los seres humanos y el medio ambiente (Champi y Villalva, 2014).

Dentro de la agenda 21 para el desarrollo sostenible, se estableció que uno de los puntos de relevancia para lograr y mantener la calidad del medio ambiente y el logro de un desarrollo sostenible de todas las naciones, es lo relacionado con la gestión ecológica y racional de los desechos sólidos, siendo incorporado en el Programa 21 Capítulo 21 en el que establecen los lineamientos para el manejo integral de los residuos sólidos a partir de cuatro áreas de acción: 1) Reducir al mínimo; 2) Aumentar al máximo el reciclaje y la reutilización ecológica; 3) Promover la eliminación y el tratamiento ecológico y 4) Ampliar el alcance de los servicios relacionados a los desechos; debiendo estar integradas dentro de un programa amplio y ecológico de gestión de los desechos sólidos municipales (ONU, 1992).

Sin embargo, pese a lo dispuesto en la agenda 21 para el desarrollo sostenible, aún existen a nivel mundial botaderos a cielo abierto, estando los 50 más grandes del mundo distribuidos de la siguiente manera: 18 en África, 17 en Asia, 13 en América Latina y el Caribe y, finalmente, 2 en Europa, representando una amenaza a gran escala en la vida de 64 millones

de personas que se encuentran dentro de un radio que no supera los 10 km. La extensión conjunta de los mismos es de 2,175 hectáreas, reciben anualmente 21,5 millones de toneladas de residuos sólidos, estimándose en total entre 258 y 368 millones de toneladas de residuos acumulados. De estos 50 vertederos, 44 se encuentran localizados a menos de 10 km de distancia de recursos y sistemas naturales, estando afectados notoriamente, así mismo, en 24 de estos se ha observado la presencia de residuos peligrosos, y en 7 concretamente hay presencia de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Otro de los peligros existentes es la presencia de más de 52,500 recicladores informales que trabajan y hacen vida en el entorno a estos vertederos, encontrándose sus viviendas incluso en su interior (Waste Atlas, 2014).

En el contexto regional latinoamericano y del caribe, de acuerdo a la ONU a través del Programa para el Medio Ambiente, cada día se disponen de manera inadecuada 145,000 toneladas de residuos urbanos, generado por 170 millones de personas lo que representa un 27% de la población de la región, los cuales terminan en botaderos a cielo abierto o en el medio ambiente, siendo una práctica que afecta la salud de las personas que habitan cerca de los mismos y de quienes realizan las labores de recolección de estos materiales, así mismo, producen gases de efecto invernadero, afecta de manera directa la actividad agropecuaria y turística, y atentan contra la biodiversidad (ONU, 2018).

En un informe presentado por este organismo, se indica que solamente se aprovecha el 10% de los residuos sólidos en actividades de reciclaje y otras técnicas de recuperación, así mismo, se pronostica para el año 2050 un incremento de al menos un 25% en la generación de desechos sólidos, es decir, 671.000 t/día de residuos urbanos en relación a las 541.000 t/día que se generaban en el año 2014. Este aumento sostenido es atribuible a fenómenos de orden mundial como lo son: a) el incremento de la población; b) la expansión económica y urbana; y c) patrones de producción y consumo de la economía que se basa en el esquema usar y tirar (ONU, 2018).

El Perú no escapa a esta realidad, ya que uno de los problemas de mayor gravedad en relación al manejo de los residuos sólidos es la disposición final, siendo muy común observar en distintos distritos a nivel nacional el depósito de los residuos en ríos, quebradas y lugares abiertos o botaderos, pese a que la legislación nacional prevé que la gestión y disposición final de los residuos sólidos es responsabilidad directa de las municipalidades (Rentería y Zevallos, 2014; Buenos et al., como se citó en Quispe y Silvestre, 2019). Siendo un problema que va en aumento, pues se ha venido experimentando una cultura de hiperconsumismo, sumándose al problema la ausencia de conciencia y cultura ambiental, (Díaz, 2019).

Para el año 2019, se generaron en el país un total de 6,935,000 t/año de residuos urbanos municipales, lo que equivale a 19,000 t/día. De este total diario, aproximadamente el 50% son producidos en Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao; así mismo, de la totalidad de residuos sólidos generados 54% son residuos orgánicos, 20% son residuos inorgánicos valorizables, 19% residuos no valorizables y el 7% representa residuos peligrosos. También, resalta la atención que sólo 52% de los residuos sólidos urbanos fueron dispuestos en un relleno sanitario (32 a nivel nacional) y el 48% restante fueron dispuesto inadecuadamente en botaderos a cielo abierto, determinándose la existencia de 1,585 botaderos a nivel nacional (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020).

En el distrito de Huanta, se generan diariamente 0.56 kg/hab/día de residuos sólidos, de los cuales el 44,59% corresponden a residuos orgánicos; las fuentes de generación de los mismos son el domiciliario, el comercial y el relacionado a la limpieza de espacios público. El servicio de recolección tiene una cobertura del 89% solamente para la zona urbana, quedando un 11% sin recolección correspondiendo mayormente a la zona periurbana y rural. De acuerdo con el Hospital de Apoyo Huanta, el proceso de gestión de residuos sólidos, que consiste en las tareas de recolección, traslado y disposición final, se cataloga como un riesgo sanitario alto con incidencia directa en la salud y al ambiente (Castro A., 2016). Es importante resaltar

también, que la disposición final de los residuos sólidos que se producen en el distrito de Huanta es en el botadero municipal al aire libre que dispone dicho distrito.

Por lo descrito en líneas anteriores, el principal problema de la inexistencia de un adecuado manejo de los residuos sólidos en el distrito de Huanta, es la contaminación que se produce en los elementos naturales, como lo son el suelo y el agua, es por ello que el objeto de la presente investigación es evaluar el impacto que ocasiona el botadero municipal del distrito de Huanta en la calidad del suelo y el agua.

En este sentido, se plantea como pregunta general ¿Cuál es el impacto ocasionado en la calidad del suelo y agua por parte del botadero municipal del distrito de Huanta, 2020? De la misma se desprenden las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cuál es el impacto de los metales inorgánicos en el suelo ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?
- ¿Cuál es el impacto de los parámetros físico-químicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?
- ¿Cuál es el impacto de los metales inorgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?
- ¿Cuál es el impacto de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?
- ¿Cuál es el impacto de los parámetros orgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?
- ¿Cuál es el impacto de los plaguicidas en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Nacionales

Díaz (2019) en su tesis titulada “Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo – 2018”, para obtener el título de Ingeniero Ambiental, de la Universidad Cesar Vallejo, se planteó como objetivo lo siguiente:

Evaluar la contaminación del suelo afectado por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo. Los resultados encontrados indican que existe una contaminación del suelo producto de los lixiviados que se generan en el botadero municipal del distrito de San Pablo, al encontrarse en los tres puntos del botadero municipal (P1: Suelo Agrícola, P2: Suelo central del botadero, P3: Suelo de control o suelo inicial del botadero), la presencia del Cadmio, Plomo y Cromo a excepción del Cromo VI, así mismo, al compararse los resultados encontrados en los tres puntos muestrales con Estándares de Calidad Ambiental para suelo (ECA), se evidenció que los niveles de Cadmio (Cd) superan los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola, sin embargo, el Plomo (Pb) y el Cromo VI (Cr) no superan los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola.

Ferradas y Guerra (2019) realizaron una investigación que se titula “Disposición final de residuos sólidos municipales y la calidad del suelo del botadero San Idelfonso – Laredo”, para obtener el título de Ingeniero Ambiental, de la Universidad Privada del Norte, en la que plantearon como objetivo lo siguiente:

Establecer la relación del efecto de la disposición final de los residuos sólidos municipales en la calidad del suelo en el botadero “San Idelfonso” del distrito de Laredo, en el año 2019. Los resultados alcanzados demuestran la existencia de un efecto negativo en la calidad del suelo del botadero “San Idelfonso”, debido a la disposición final inadecuada de los residuos sólidos municipales, pues se encontraron niveles de

Cromo VI que superan los niveles máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente, así mismo, se detectó la presencia de altos niveles de pH y salinidad, y un porcentaje bajo de materia orgánica.

Rojas y Medina (2019) realizaron un estudio que lleva por título, “Impactos del botadero de residuos sólidos de la ciudad de Guadalupe, en la calidad ambiental del área de influencia”, para obtener el título de Ingeniero Industrial, de la Universidad Nacional de Trujillo, se plantearon como objetivo lo siguiente:

Determinar mediante la identificación y evaluación, los impactos generados por el botadero de residuos sólidos, sobre la calidad ambiental del Asentamiento Humano Los Jardines, durante mayo del 2018 a mayo del 2019. Los resultados evidenciaron que existe un impacto negativo en la ambiental de la zona, ya que se generan 0.60 kg/hab/día de residuos sólidos municipales y una generación estimada de 24.13 t/día; respecto a los análisis físico, químico y microbiológico del agua, los mismos están dentro estándares aceptados para el consumo humano, sin embargo, la concentración de cadmio superó el límite establecido (0.0062 mg/l); respecto a la calidad del aire, la concentración de material sólido sedimentable superó el límite máximos permisible (5 t/km²/mes), al evidenciarse valores de 13.7 t/km²/mes. Las enfermedades que presentan frecuentemente los pobladores se relacionan con tos, dolor de garganta y fiebre; así mismo, hay un número importante de familias dedicadas a la segregación de residuos sólidos, lo cual se considera un riesgo latente para la salud. Por último, se determinó que el botadero genera un impacto negativo significativo en el paisaje, no solamente en el área destinada a la disposición final de los residuos sólidos, ya que se también se extiende al Asentamiento humano.

Quispe y Silvestre (2019) en su investigación titulada “Nivel de concentración de metales pesados en relación a los estándares de calidad ambiental (ECA-suelo), en el suelo del

área de influencia directa del botadero de Pampachacra, Distrito, Provincia y Departamento de Huancavelica”, para obtener el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario, de la Universidad Nacional de Huancavelica, se plantearon como objetivo lo siguiente:

Determinar el nivel de concentración de metales pesados en relación a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo), en el suelo del área de influencia directa del botadero de Pampachacra, distrito, provincia y departamento de Huancavelica. Los resultados indican que los niveles de concentración de cadmio, plomo y cromo no superan los Estándares de Calidad Ambiental para suelo–uso agrícola, al encontrarse en rangos entre 0.9-1.34, 3.6-32.74 y 1.19–60.6 mg/Kg PS, respectivamente, en relación al arsénico existen puntos que superan los Estándares de Calidad Ambiental, ya que se encontraron concentraciones entre el rango de 7.6 y 222.4 mg/Kg PS, siendo límite máximo permisible de 50 mg/Kg PS; en cuanto al Hg también se determinó la existencia de algunos puntos que superan los Estándares de Calidad Ambiental, pues las concentraciones se encuentran entre el rango de 0.01 y 22.7 mg/Kg PS, siendo el límite máximo permisible de 6.6 mg/Kg PS.

Mego et al. (2016) realizaron un artículo científico de investigación titulado “Impacto en la calidad del agua de la quebrada "El Atajo" ocasionado por el botadero de rondón de la ciudad de Chachapoyas, Amazonas, Perú”, presentado en la revista científica Indes, adscrita al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas se propusieron como objetivo lo siguiente:

Determinar el impacto de la inadecuada disposición final de residuos sólidos de la ciudad de Chachapoyas en el sector Rondón sobre la calidad del agua de la quebrada "El Atajo", en base a parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos, al ser comparados con los estándares de calidad para el agua (ECA),

evidenciaron que la inadecuada disposición de los residuos sólidos de la ciudad de Chachapoyas incide de manera directa en la calidad del agua de la quebrada "El Atajo", al encontrarse concentraciones bajas de oxígeno disuelto (3.79 mg/l y 4.88 mg/l), concentraciones altas de sólidos suspendidos totales (125 mg/L), una elevada demanda bioquímica de oxígeno (15.3 mg/l) y altos valores de coliformes totales y fecales (2,000 NMP/100 mL y 3,000 NMP/100 mL).

Rojas (2016) en su tesis titulada “Evaluación de la calidad físico química de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani – Puno”, para optar al grado académico de Maestro en Ecología Mención: Ecología y Educación Ambiental, de la Universidad Nacional del Altiplano, se propuso como objetivo lo siguiente:

Evaluar la calidad físico química de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani – Puno. Los resultados demuestran que debido a la disposición final de los residuos sólidos en el botadero de Cancharani se produce una incidencia directa en la calidad físico química del agua por influencia de lixiviados al presentar los valores siguientes: temperatura con oscilaciones entre 6.95 y 10.00 °C, pH con fluctuaciones entre 6.26 y 8.26 unidades, sólidos disueltos totales con variaciones entre 68.00 y 6,590.00 mg/l, fósforo con oscilaciones entre 3.11 y 24.72 mg/l, nitrógeno amoniacal con fluctuaciones entre 0.17 y 10.91 mg/l; DBO₅ con variaciones entre 24.43 y 3375.18 mg/l y DQO con fluctuaciones entre 61.18 y 7139.44 mg/l.

1.2.2. Antecedentes Internacionales

Machorro-Román et al. (2020) realizaron un artículo científico titulado “Sustentabilidad y evaluación del impacto ocasionado por el relleno sanitario del municipio de

Carmen en Campeche, México”, presentado en la revista científica La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, Cuenca, Ecuador, en el que se propusieron como objetivo lo siguiente:

Evaluar el impacto ambiental que genera el relleno sanitario del municipio de Carmen, Campeche en el subsuelo de la región norte central del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) a través de un análisis sedimentológico, para determinar la capacidad de infiltración de los lixiviados en el desarrollo sustentable. Los resultados indicaron el área de estudio, desde un análisis litológico, está conformada una facies sedimentaria arenosa y limosa, que se compone de una sucesión de seis estratos de arenas con tamaños que van desde los 0,062 a los 4 mm, cuya composición es biógenos calcáreos y material terrígeno. El rango de porosidad varía entre 20,2 a 40,1%, y el rango de permeabilidad de $\pm 10^{-2}$ - 10^{-4} ms⁻¹. La relación anteriormente descrita y la disolución de partículas carbonatadas, predominantes en los distintos sedimentos que se analizaron, reveló que las características sedimentológicas del subsuelo en el cual está ubicado el relleno sanitario municipal, permite que los lixiviados que se producen se infiltren y desplacen por el mismo, direccionándose hacia el cuerpo de agua que conforma la zona de manglar, de forma natural con el apoyo de la elevación topográfica del área con un ángulo máximo de $\pm 1;7^\circ$. Así mismo, se determinó que uno de los elementos que influyen en el transporte de los lixiviados es el nivel freático, el cual se localiza a $\pm 0;87$ m, impactando de manera negativa en el medio ambiente. Otro de los hallazgos es los niveles de calidad de agua, pues los resultados de DBO₅ y DQO clasifica los cuerpos acuosos en el rango de contaminado a fuertemente contaminado, según el marco normativo vigente; esta clasificación es producto de los elevados niveles de concentración de los constituyentes inorgánicos (DQO), encartándose traza de metales pesados como cobre, cadmio, zinc y níquel, debido a la presencia del relleno sanitario municipal en la zona estudiada.

Loor (2019) presentó un estudio titulado “Evaluación de la calidad del agua del estero La Caracas, cantón El Empalme, Provincia del Guayas, año 2016”, para obtener el título de Ingeniero en Gestión Ambiental, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, en el que se planteó como objetivo lo siguiente:

Evaluar la calidad del agua del estero La Caracas en el cantón El Empalme Provincia del Guayas del año 2016. Los resultados evidenciaron la existencia de líquidos lixiviados provenientes del botadero a cielo abierto del Cantón El Empalme, afectando las características fisicoquímica y microbiológica del agua, al observarse el oxígeno disuelto con menos del 80% de saturación; así mismo, el análisis clúster jerárquico aglomerado relacionados a la calidad del agua permitió evidenciar una correlación del 95,7% entre sólido disuelto total y potencial de hidrógeno, una correlación del 92,4% entre DBO y Coliformes fecales y el color y la turbidez presentaron la correlación inferior al 11%.

Vega (2019) llevó a cabo un estudio titulado “Diagnóstico de las propiedades fisicoquímicas en suelos usados para la disposición de residuos sólidos urbanos en el lote camellón de las camelias en el municipio de San Martín, Meta”, para obtener el título de Ingeniero Ambiental, de la Universidad Santo Tomás, Villavicencio, Colombia, planteándose como objetivo lo siguiente:

Evaluar el estado del suelo usado por la disposición de residuos sólidos urbanos en el lote camellón de las Camelias, en el Municipio de San Martín, Meta, por medio de pruebas fisicoquímicas. Los resultados evidenciaron que desde el punto de vista físico ambos suelos poseen la misma textura, ya que de acuerdo a los porcentajes de los componentes se relaciona a un suelo franco arenoso, así mismo se pudo determinar que los suelos contaminados poseen menor infiltración respecto a los suelos no contaminados, ya que el suelo del botadero ha estado afectado por la disposición final

de los residuos sólidos, contribuyendo de manera negativa en la disminución de la porosidad en un 16% respecto al suelo de uso agrícola, presentando baja calidad del mismo. Respecto a las propiedades químicas, el suelo afectado mostró un notable incremento para los siguientes elementos: Potasio 0.85 mg/kg, Fósforo 31.6 mg/kg, Calcio 8.75 mg/kg, Magnesio 16 mg/kg, Hierro 220 mg/kg y Azufre 45.23 mg/kg; así mismo, presentó disminución leve del pH pasando de 5,5 a 5,2. En líneas generales, las condiciones del suelo se caracterizan como relativamente malas, producto de las actividades realizadas en la zona de estudio como lo es la inadecuada disposición final de los residuos sólidos.

Almeida y Rebelo (2018) elaboraron un artículo científico, titulado “Diagnóstico de áreas contaminadas por la disposición final de residuos sólidos en el municipio de Paço do Lumiar (MA)”, presentado en la revista científica Engenharia Sanitaria e Ambiental, Rio de Janeiro, Brasil, donde se plantearon como objetivo lo siguiente:

Examinar el impacto que puede llegar a generar el botadero en la afectación del suelo, los recursos hídricos y, en las actividades de los habitantes locales. Los resultados de la investigación indican que la disposición final de residuos en el municipio de Paço do Lumiar incide de manera directa en la contaminación del suelo, al encontrarse metales pesados por encima de los valores máximo permitidos (de acuerdo con la Resolución CONAMA No 420 del año 2009) como lo son: Zn 1,201.87 mg/kg PS, Cu 113.90 mg/kg PS, Pb 239.10, mg/kg PS y Cd 4.44 mg/kg PS ; así mismo hay una incidencia directa en la calidad del agua de la cuenca del río Paciência, existiendo una contaminación de las masas de agua superficiales en la región, al encontrarse Amoníaco 1.40 mg/L, Nitrito 0.09 mg/L, Nitrato 1.40 mg/L, Boro 2.75 mg/L, Aluminio 0.13 mg/L, por encima de los valores máximo permitidos (de acuerdo con la Resolución CONAMA No 357 del año 2005), así como la presencia de coliformes termotolerantes con valores

sobre los 2,400 NPM ml.

Castro (2016) realizó una investigación titulada “Proceso de eliminación de desechos sólidos y su incidencia en la calidad ambiental de la zona alta de la ciudad de Esmeraldas”, para optar al grado académico de Maestro en Desarrollo y Medio Ambiente, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Esmeraldas, Ecuador, se planteó como objetivo lo siguiente:

Evaluar el proceso de eliminación de residuos sólidos de los barrios San Pedro, Juventud Progresista, Santa Cruz, 26 de Junio y La Terraza, de la zona alta de la ciudad de Esmeraldas, en la calidad ambiental de las localidades. Los resultados permitieron evidenciar que la calidad ambiental de las zonas evaluadas, en relación a la calidad del aire, del agua y del suelo, así como los parámetros salud humana, flora y fauna, se encuentran afectados de manera negativa debido al manejo inadecuado de los desechos sólidos; la matriz de Leopold evidenció en el componente seguridad y salud ocupacional un valor negativo (-36), al elevarse el riesgo de accidentes y la destrucción de la salud de los moradores y su grupo familiar; el componente riesgos presentó un valor negativo (-41), debido a la ausencia de equipos de protección adecuados y de técnicas que permitan evitar la ocurrencia de accidentes; el componente calidad del entorno del botadero municipal también presentó un valor negativo (-35), debido a que se encuentran afectados los moradores, los trabajadores y recicladores, así como la imagen paisajística del cantón.

Cedeño (2015) desarrolló un estudio que se titula “Lixiviados del relleno de residuos sólidos y sus efectos en la calidad del agua del estero Tonto Mal, cantón La Maná. Año 2013. Propuesta planta de tratamiento de lixiviados”, para optar al grado académico de Maestro en Desarrollo y Medio Ambiente, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, planteándose como objetivo lo siguiente:

Evaluar el efecto del manejo de lixiviados del relleno de residuos sólidos de La Maná,

provincia de Cotopaxi, sobre la calidad de agua del estero Tonto Mal. Los resultados demuestran una incidencia negativa de los lixiviados del relleno de residuos sólidos de La Maná en la calidad del agua del estero Tonto Mal, al presentar concentraciones de contaminantes como los son: SST 60 mg/dm³, SDT 386 mg/dm³, DBO₅ 3.54 mg/dm³, Nitrógeno orgánico 1.95 mg/dm³, Cloruros 9 mg/dm³, Hierro 0.47 mg/dm³, Cromo 0.25 mg/dm³, y Níquel 0.31 mg/dm³, que se encuentran por encima de los valores máximo permitidos de acuerdo a la normativa ecuatoriana relativa al agua de consumo humano.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el impacto ambiental ocasionado en la calidad del suelo y del agua por parte del botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el impacto en los metales inorgánicos del suelo ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Determinar el impacto en los parámetros físico-químicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Determinar el impacto en los metales inorgánicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Determinar el impacto en los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Determinar el impacto de los parámetros orgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Determinar el impacto de los plaguicidas en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.

1.4. Justificación

El correcto manejo de residuos sólidos de todo un distrito es un tema de relevancia, porque se encuentra asociado a la calidad de vida en sus ciudadanos y uso responsable de los recursos y del medio ambiente que los rodea. Siendo así, desde el punto de vista teórico se justifica la presente investigación, ya que debido a la existencia de botaderos a cielo abierto como destino final de los residuos sólidos y a la ausencia de políticas públicas municipales dirigidas a una gestión eficaz y ecológica basado en las prácticas del desarrollo sustentable de los residuos sólidos, se producen afectaciones medioambientales, específicamente en relación a los recursos naturales hídricos y suelo, lo que hace necesario establecer recomendaciones para mitigar el impacto causado, como lo son el reciclaje, el aprovechamiento económico de los residuos inorgánicos, así como también la clausura y/o reconversión de estas zonas en rellenos sanitarios adecuados. Es así que la investigación, aportará sobre la diatriba de la pertinencia de estos espacios y de la manera cómo se gestionan, siendo un tema cuya importancia se pone de manifiesto con el nuevo ordenamiento territorial y la expansión demográfica que experimenta el Perú.

Desde el punto de vista metodológico, se justifica la investigación, ya que para la realización de la evaluación del impacto que producen los residuos del botadero municipal del distrito de Huanta en las propiedades del agua y del suelo, se hará necesario el empleo de técnicas de muestreo de acuerdo a cada una de las dimensiones del estudio, tomando en consideración lo establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y la Guía para Muestreo de Suelos; también será necesario contrastar los resultados de los ensayos realizados con los estándares de calidad ambiental de suelo y agua previstos en el D.S. N° 011-2017-MINAM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Suelo y el D.S. N° 004-2017-MINAM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del agua; finalmente se empleará la matriz simplificada de

Conesa a fin de determinar el impacto ambiental originado por el inadecuado manejo en la disposición final de los residuos sólidos.

Desde el punto de vista práctico, se justifica la investigación, ya que los resultados obtenidos permitirán a la municipalidad de Huanta buscar soluciones en relación al inadecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos que permitan mitigar el impacto ambiental en el recurso hídrico y suelo involucrado en el área de estudio, por medio de la reducción de los desechos sólidos a través del aprovechamiento económico de los residuos segregados mediante programas de reutilización, compostaje y reciclaje.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Principal

Existe un alto impacto en la calidad del suelo y agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- Existe un alto impacto de los metales inorgánicos en el suelo ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Existe un alto impacto de los parámetros físico-químicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Existe un alto impacto de los metales inorgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Existe un alto impacto de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Existe un alto impacto de los parámetros orgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.
- Existe un alto impacto en los parámetros plaguicidas del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.

II. Marco Teórico

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Residuos Sólidos

Una definición sencilla indica que son todos los residuos que derivan de las actividades realizadas por los seres humanos y los animales que, por sus características, suelen ser sólidos y que se desechan por no ser útiles ni deseados (UNEP, como se citó en Pérez 2017). Para el OEFA (2014), son todos aquellos materiales que se desechan y que, por lo general, no poseen algún valor económico para la cotidianidad de las personas, quienes tienden a catalogarlos coloquialmente como basura. Dentro de esta categoría también se agrupan los materiales semisólidos, como el barro, el lodo, la sanguaza, entre otros, y los que son generados por los eventos naturales, excluyéndose las aguas residuales, aguas contaminadas por orina y sustancias fecales.

De acuerdo a la Ley de Gestión de Integral de Residuos Sólidos, los residuos sólidos son cualquier sustancia, material, objeto o elemento que sea producto del consumo o uso de un bien o de un servicio, el cual es prescindido por parte de su poseedor, con el fin de manejarse a partir de la priorización del valor de los mismos y en último caso, su disposición final. Entre estos, se incluyen todo desecho o residuo que esté en fase sólida o semisólida, incluyéndose también aquellos en estado líquido o en forma de gas que estén contenidos en depósitos o recipientes que serán desechados, también se incluyen los líquidos o gases, que dadas sus características fisicoquímicas no puedan ingresar dentro de los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes, por lo que no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos, dichos líquidos o gases deberán ser acondicionados de manera segura para una adecuada disposición final (Congreso de la República, 2017).

La clasificación de los residuos sólidos, según el OEFA (2014) es la siguiente:

- Por su tipo:

- ✓ *Residuos orgánicos*: Son todos aquellos residuos biodegradables o que están sujetos a descomposición, los cuales pueden ser generados en el ámbito de la gestión municipal como en la no municipal (Ministerio del Ambiente, 2018).
- ✓ *Residuos inorgánicos*: Son todos aquellos residuos de origen mineral o de productos sintéticos, que no se degradan de forma natural y de ocurrir se realiza de manera muy lenta (Ministerio del Ambiente, 2018).
- Por su origen:
 - ✓ *Residuos domiciliarios*: Son todos aquellos residuos que se generan de las actividades domésticas y se caracteriza por presentar un porcentaje alto de residuos orgánicos (Oldenhage, 2016).
 - ✓ *Residuos comerciales*: Son aquellos residuos que son generados en establecimientos comerciales prestadores de bienes y servicios tales como: restaurantes, centros de abasto de alimentos, supermercados, bares, tiendas, bancos, oficinas, centros de convenciones o espectáculos, hoteles, cafeterías, restaurantes entre otras actividades comerciales y laborales análogas; estando compuestos en la mayoría de los casos de papel, embalajes diversos, plásticos, desechos orgánicos, restos de aseo personal, mercadería malograda, entre otros similares (Oldenhage, 2016).
 - ✓ *Residuos de limpieza de espacios públicos*: Son aquellos residuos que se generan por los servicios de limpieza y barrido de veredas, parques, plazas, pistas y otras áreas públicas (Congreso de la República, 2017).
 - ✓ *Residuos de establecimientos de salud*: Son aquellos residuos que se generan de las actividades asociadas a la atención e investigación médica en establecimientos de salud y servicios (Congreso de la República, 2017).

- ✓ *Residuos industriales.* Son aquellos residuos que se generan en los procesos productivos en fábricas, plantas y negocios industriales; caracterizando por ser una composición no uniforme ya que depende mucho del sector al que pertenezca la empresa (Oldenhage, 2016).
- ✓ *Residuos de las actividades de construcción.* Son todos aquellos residuos que se generan en las actividades de construcción y demolición de obras como lo son: puentes, carreteras, edificios, casas, bloques de cemento, piedra, madera, desmonte, entre otros (Mendoza, 2019).
- ✓ *Residuos agropecuarios.* Son aquellos todos aquellos residuos que se generan de la ejecución de las actividades agrícolas y pecuarias; se incluyen los envases de plaguicidas, fertilizantes, agroquímicos diversos, entre otros (Mendoza, 2019).
- Por la gestión de las municipalidades:
 - ✓ *Residuos municipales:* Son todos aquellos residuos que provienen de la gestión municipal, estando conformados por los residuos domiciliarios y los que provienen de barrido y limpieza de los espacios públicos, en los que se incluyen las playas, las actividades comerciales y cualquier otra actividad urbana no domiciliaria en la que los residuos se pueden asimilar al servicio de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (Congreso de la República, 2017).
 - ✓ *Residuos no municipales:* Son todos aquellos residuos de carácter peligroso y no peligroso que son el resultado de las actividades extractivas, las productivas y las asociadas a los servicios. Comprenden todos aquellos tipos de residuos que se generan tanto en las instalaciones principales como en las auxiliares de la operación (Congreso de la República, 2017).

2.1.2. Botaderos

Es el espacio o lugar de disposición final de residuos sólidos de forma indiscriminada y que no cuenta con las mínimas medidas de control de operación y protección del ambiente que le rodea (ISWA, 2015).

Para el OEFA (2014), son aquellos lugares en donde es depositada de forma ilegal cualquier tipo de residuo que propician un impacto negativo y son causantes de focos de infección a gran escala para la salud de las personas y el medio ambiente. Poseen residuos de la gestión municipal, así como los de la gestión no municipal.

2.1.3. Impacto de los Botaderos en el Medio Ambiente

Cuando se habla de impacto se hace referencia a toda alteración producto de la actividad humana con respecto al entorno que le rodea. Por lo tanto, cuando se afecta al medio ambiente se manifiesta de acuerdo con Pumachapi y Canazas, como se citó en Quispe y Silvestre (2019), en tres facetas:

- Modificación en algunos de los factores del medio ambiente o del sistema ambiental.
- Modificación de un valor del factor alterado o del sistema ambiental.
- Interpretación o el significado ambiental que se le otorga a dichas modificaciones y que pueden incidir de manera negativa en la salud y el bienestar humano.

Para Velásquez (2019), los impactos medioambientales producidos por los botaderos suelen ser los siguientes:

- Contaminación del suelo: Es un factor negativo reconocible con facilidad, ya que no solamente consiste en el envenenamiento o daño ambiental a los suelos producto de las descargas de sustancias tóxicas, producto de la ausencia de tratamiento apropiado de los residuos sólidos, impactando negativamente en el medio ambiente.
- Contaminación del agua: Este tipo de daño medioambiental se debe al vertimiento de basura en los ríos y los arroyos, así como también por el lixiviado que se produce

por la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos, incrementando de esta manera la carga orgánica y la disminución de oxígeno disuelto. Otro de los impactos generados es la producción de flóculos elevando los niveles de sólidos suspendidos y una variación en el contenido de sustancias inorgánicas y orgánicas. También se produce bioacumulación derivando en altas concentraciones de estas sustancias incrementando los niveles de toxicidad, afectando de manera directa y poniendo en riesgo la vida tanto de animales como de seres humanos (Iwandes, como se citó en Velásquez, 2019)

- **Contaminación del aire:** Los residuos sólidos cuyo destino final son los botaderos inciden negativamente en la calidad del aire, al generar inicialmente dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) que al no ser contenidos contribuyen al efecto invernadero. Otro de los efectos negativos es la presencia variada de componentes olorosos, tóxicos y corrosivos, tóxicos u olorosos en los gases que emanan los botaderos, así mismo, el metano en el ambiente representa un alto riesgo de explosión, pudiendo ocurrir en el lugar de emisión o fuera de él. La incineración de residuos sólidos puede afectar la salud de los habitantes de las zonas cercanas al botadero e incrementar la contaminación atmosférica producto de la emisión de gases ácidos, partículas, material de desechos no quemados, trazas de componentes orgánicos y metales pesados.

2.1.4. Métodos para la Evaluación del Impacto Ambiental

Diferentes autores han coincidido en referir que las evaluaciones de impacto ambiental son aquellas que permiten identificar, interpretar y predecir el efecto de las actividades humanas en el medio ambiente y a su vez prevenir las consecuencias negativas que distintos planes, acciones proyectos y programas pueden impactar en la salud y bienestar de las personas, las comunidades y en el equilibrio ecológico (Perevochtchikova, 2013).

Para el IISD (Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible) (2020) es una

evaluación del impacto que generan las actividades planificadas en el medio ambiente, que incluyen los impactos en la vegetación, biodiversidad, agua, suelo, aire y ecología, a partir de la identificación, predicción y evaluación de los impactos en el ambiente de cualquier actividad o proyecto en desarrollo o por ejecutarse, con la finalidad de establecer acciones para mitigar, no solo los impactos negativos, sino también propiciar aportes positivos para la salud personal de las comunidades y del medio ambiente en general.

De acuerdo con Hernández (2015), los métodos de evaluación de impacto ambiental se dividen en dos: directos e indirectos.

- Métodos directos. Son aquellos métodos que permiten evaluar de manera directa cada uno de los impactos ambientales que se han identificado, los más empleados se encuentran: Método de Conesa, Método EPM o Método Arboleda, Método de los criterios relevantes integrados y Método Integral (López, 2018).
- Métodos indirectos. Son aquellos métodos que no buscan una evaluación explícita del impacto ambiental, su fin último es la valoración indirecta de las consecuencias ambientales de una actividad, programa o proyecto, por medio de la calificando de la interacción de los mismos con el ambiente. Los métodos indirectos mayormente usados son: La lista de chequeo, Método de Batelle, Métodos matriciales, Método de la superposición de mapas y Método de Leopold (López, 2018).

Para efectos de la presente investigación se empleó el Método directo basado en la matriz simplificada de Conesa. Esta metodología es de fácil comprensión y ejecución, posee 11 variables diferentes a considerar dentro del análisis que permiten llevar a cabo este proceso de manera más objetiva y obtener resultados más próximos (Aguilar, 2019). Estos se describen a continuación:

- Naturaleza o Signo (+/-): Se refiere al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas Acciones Susceptibles a Producir Impactos (ASPI).

- Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad con la que ocurre la manifestación del efecto.
- Momento (MO): Se refiere al tiempo (plazo) que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental considerado.
- Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción el factor ambiental afectado, por medios naturales.
- Recuperabilidad (MC): Se refiere la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción el factor ambiental afectado, por medio de la intervención humana.
- Intensidad (IN): Se refiere al grado de influencia de la acción sobre el factor.
- Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto respecto al entorno del proyecto en que se manifiesta el efecto.
- Persistencia (PE): Se refiere al tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el factor ambiental afectado regresaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la intervención humana.
- Sinergia (SI): Se refiere al reforzamiento de dos o más efectos simples, es decir, la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se esperaría con la manifestación de los efectos cuando las acciones que las generan actúan de manera independiente.
- Acumulación (AC): Se refiere al incremento gradual de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo produce.
- Efecto (EF): Se refiere a la relación causa-efecto, es decir, a la manera en que se manifiesta el efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

Figura 1

Criterios para evaluación del impacto ambiental de la matriz de Conesa

NATURALEZA		PERIODICIDAD (Pr)		MOMENTO (MO)	
Benéfico	+	Irregular o discontinuo	1	Largo plazo	1
Perjudicial	-	Periódico	2	Medio Plazo	2
		Continuo	4	Inmediato	4
				Crítico	(+4)
REVERSIBILIDAD (Rv)		RECUPERABILIDAD (Mc)		INTENSIDAD (IN)	
Corto plazo	1	Recuperable inmediato	1	Baja	1
Medio plazo	2	Recuperable a medio plazo	2	Media	2
Irreversible	4	Mitigable o compensable	4	Alta	4
		Irrecuperable	8	Muy alta	8
				Total	12
EXTENSIÓN (EX)		PERSISTENCIA (PE)		SINERGIA (SI)	
Puntual	1	Fugaz	1	Sin sinergismo	1
Parcial	2	Temporal	2	Sinérgico	2
Extensa	4	Permanente	4	Muy sinérgico	4
Total	8				
Crítica	(+4)				
ACUMULACIÓN (AC)		EFECTO (EF)			
Simple	1	Indirecto	1		
Acumulativo	4	Directo	4		

Nota: La figura describe como se emplea la matriz de Conesa para la medición del impacto ambiental. Fuente: Aguilar (2019).

2.1.5. Calidad del Suelo

El suelo se considera un medio de para dar soporte a las plantas y demás organismos, convirtiéndolo en uno de los factores de mayor importancia dentro del desarrollo de cultivos agrícolas. Es por ello, que debe reconocerse como un sistema vivo y dinámico cuyo funcionamiento depende de su equilibrio único y de la interacción de cada uno de sus componentes (físicos, químicos y biológicos). De ahí, la importancia de estimar sus niveles de calidad ya que de esta manera se puede contribuir al sostenimiento de los diferentes sistemas de manejo. Los suelos que poseen una alta calidad tienen la capacidad de mantener una elevada productividad y a su vez causar un mínimo deterioro del ambiente (Moreno, González y Egido, 2015).

En la última década, se ha evidenciado que al menos 23% de la superficie terrestre posee algún nivel de degradación de suelos, con tasas que se estiman entre 5 a 10 millones de hectáreas, afectando alrededor de 1,500 millones de personas en todo el mundo. El origen de

este problema se debe a una serie de factores: la actividad humana, las variaciones del clima, los cambios y evolución propios de la naturaleza, entre otros; así mismo, por ausencia de políticas públicas, la gobernanza, la cultura en el empleo, manejo y protección de los recursos naturales y el medioambiente (Burbano, 2016).

Debido a lo anterior, se ha establecido que la calidad del suelo no es más que la capacidad que tiene éste para: el funcionamiento enmarcado dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado; para el sostenimiento de la productividad de las plantas y de los animales; para el mantenimiento y/o mejora de la calidad del agua y del aire y para la sostenibilidad de salud de los seres humanos y del hábitat (Karlen et al., como se citó en Estrada-Herrera et al. 2017).

Dadas las distintas necesidades y realidades que posee el mundo actual, como lo son la seguridad alimentaria y los impactos ambientales asociados al cambio climático, resaltan la imperiosa necesidad de la calidad del suelo, que a su vez requiere que dicha variable sea incorporada dentro de las políticas públicas, vista desde una nueva óptica moderna y renovada dirigida a la preservación de las funciones totales del suelo como recurso natural y no solo referirla a su productividad (Cotler, Martínez, y Etchevers, 2016).

La evaluación y el monitoreo de la calidad del suelo requiere que se establezcan mecanismos destinados a evaluar y rediseñar los sistemas que hacen uso de él y de esta manera garantizar de forma segura su sostenibilidad y preservación. Es por ello que, se requiere contar con una serie de variables e indicadores que permitan determinar los cambios o tendencias que se produzcan en el suelo y determinar si los sistemas de manejo del recurso funcionan con aceptables niveles de desempeño (Larson y Pierce; Doran y Parkin; Seybold et al., como se citó en Rodríguez et al. 2017).

2.1.5.1. Indicadores de Calidad del Suelo. Los indicadores de la calidad de suelo son una herramienta para la medición de las propiedades, características y procesos asociados al suelo, con la finalidad de dar seguimiento a los efectos que se producen por el manejo y funcionamiento de este recurso en un determinado periodo de tiempo, que buscan medir las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y los procesos que ocurren en este (Bremer & Ellert; Larson & Pierce; Seybold et al., como se citó en Estrada-Herrera et al. 2017).

Para Hüenmeyer et al., como se citó en Gutiérrez, Cardona, y Monsalve (2018), este tipo de indicador permite:

- Realizar un análisis de situación actual para de esta manera poder identificar aquellos puntos considerados críticos en relación al desarrollo sostenible.
- Realizar un análisis de los posibles impactos que se puedan generar antes de una intervención.
- Permitir el monitoreo del impacto producido por las intervenciones antrópicas.
- Poder determinar si el uso del recurso es sostenible.

Distintos investigadores han determinado que las propiedades del suelo no deben ser medidas a través de indicadores individuales, la tendencia es emplear una combinación de estos a fin de integrar diferentes propiedades; es así que los indicadores usados en la actualidad son los físicos, los químicos y los biológicos (Trujillo-González, Mahecha y Torres-Mora, 2018)

- **Indicadores físicos:** Las propiedades físicas del suelo que se emplean como indicadores para determinar la calidad del suelo, son aquellas que muestran la forma como este recurso acepta, retiene y transmite el agua a las plantas; también toma en referencia las limitaciones en el crecimiento de las raíces y la emergencia de las plántulas, (Zornoza et al., 2015). La tabla 1 muestra los indicadores físicos que permiten medir la calidad del suelo y su relación con las funciones y condiciones del mismo.

Tabla 1

Indicadores físicos de la calidad del suelo

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo
Textura del suelo	Permite determinar la retención y el transporte de agua y de minerales, así como la erosión presente en el suelo.
Profundidad del suelo	Permite estimar el potencial productivo y de erosión.
Infiltración y densidad aparente	Permite determinar el potencial de lixiviación, la productividad y la erosión.
Capacidad de retención de agua	Permite determinar el contenido de humedad, el transporte y la erosión.
Estabilidad de agregados	Permite determinar la potencial erosión del suelo, así como la infiltración de agua.

Nota: Descripción de los indicadores físicos de la calidad del suelo y su relación con las funciones y condiciones del suelo. Fuente: De Chen, adaptado por Acevedo et al., como se citó en Coll (2020).

- Indicadores químicos: Están asociados a las condiciones químicas que afectan la relación suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad de amortiguación del suelo, disponibilidad de nutrientes para las plantas y los contaminantes, así misma toma en consideración el carbono orgánico suelo, siendo el de mayor importancia por su relación con los otros parámetros y finalmente el pH y la conductividad eléctrica (Trujillo-González et al., 2017). La tabla 2 muestra los indicadores químicos que permiten medir la calidad del suelo y su relación con las funciones y condiciones del mismo.

Tabla 2

Indicadores químicos de la calidad del suelo

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo
Materia orgánica (C y N orgánico)	Permite conocer la fertilidad del suelo, la estabilidad y el grado de erosión. También permite conocer el potencial productivo del suelo.
pH	Permite determinar la actividad química y biológica presente en el suelo, los límites del crecimiento de las plantas, y la actividad microbiana.
Conductividad eléctrica	Permite conocer la actividad microbiológica del suelo y de las plantas, los límites del crecimiento de las plantas, y la actividad microbiológica
N, P y K extraíble	Permite determinar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la pérdida potencial de N, así mismo, son un indicador de la productividad y la calidad ambiental.
Capacidad de intercambio catiónico	Permite determinar la fertilidad de suelo y su potencial productivo.
Metales pesados disponibles	Permite determinar los niveles de toxicidad y su incidencia en el crecimiento de las plantas y la calidad del cultivo.

Nota: Descripción de los indicadores químicos de la calidad del suelo y su relación con las funciones y condiciones del suelo. Fuente: De Chen, adaptado por Acevedo et al., como se citó en Coll (2020).

- **Indicadores Biológicos:** Los indicadores biológicos representan una serie de factores asociados a la afectación de la calidad del suelo relacionado a los procesos del ecosistema, siendo los mayormente utilizados aquellos que se asocian a la agregación del suelo y el reciclaje de nutrientes, pues responden de forma rápida a cambios y perturbaciones en el uso del suelo; por lo tanto se consideran los de mayor importancia el carbono y el nitrógeno en biomasa microbiana, la actividad enzimática y los organismos como los artrópodos y las lombrices (Doran y Zeiss, como se citó en Trujillo-González et al., 2018). La tabla 3 muestra los indicadores biológicos que permiten medir la calidad del suelo y su relación con las funciones y condiciones del mismo.

Tabla 3

Indicadores biológicos de la calidad del suelo

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo
Biomasa microbiana (C y N)	Permite determinar el potencial catalizador microbiano y la reposición de C y N.
N potencial mineralizable	Permite determinar la productividad del suelo y el aporte potencial de N.
Respiración edáfica, contenido de agua, temperatura del suelo	Permite determinar la actividad microbiana.
Número de lombrices	Se relaciona directamente con la actividad microbiana.
Rendimiento del cultivo	Permite determinar el potencial de producción del cultivo, así como la disponibilidad de nutrientes que posee el suelo.

Nota: Descripción de los indicadores biológicos de la calidad del suelo y su relación con las funciones y condiciones del suelo. Fuente: De Chen, adaptado por Acevedo et al., como se citó en Coll (2020).

2.1.5.2. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (ECA suelo). Los estándares de calidad ambiental para suelo son una serie de indicadores cuya finalidad es la de medir el nivel de concentración de parámetros químicos que se encuentran presentes en el suelo en su condición de cuerpo receptor y que no son un riesgo significativo para la salud de las personas ni del medio ambiente (Congreso de la Republica, 2005). Son un referente obligatorio necesario en el diseño y la aplicación de instrumentos de gestión ambiental, siendo aplicables en parámetros que están asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios (Ministerio de Ambiente (2017)).

Los ECA para suelo establecen una serie de parámetros que miden la calidad del suelo, a partir de la clasificación del uso del suelo: suelo agrícola, suelo residencial y parques, y suelo comercial, industrial y extractivo; así mismo, los parámetros a evaluar se clasifican en: orgánicos e inorgánicos (Ministerio de Ambiente, 2017) (ver tabla 4).

Tabla 4

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Parámetros en mg/kg PS	Usos del Suelo		
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo
ORGÁNICOS			
Hidrocarburos aromáticos volátiles			
Benceno	0,03	0,03	0,03
Tolueno	0,37	0,37	0,37
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082
Xilenos	11	11	11
Hidrocarburos policromáticos			
Naftaleno	0,1	0,6	22
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7
Hidrocarburos de Petróleo			
Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	200	200	500
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1200	1200	5000
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	3000	3000	6000
Compuestos Organoclorados			
Bifenilos policlorados - PCB	0,5	1,3	33
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01
INORGÁNICOS			
Arsénico	50	50	140
Bario total	750	500	2 000
Cadmio	1,4	10	22
Cromo total	**	400	1 000
Cromo VI	0,4	0,4	1,4
Mercurio	6,6	6,6	24
Plomo	70	140	800
Cianuro Libre	0,9	0,9	8

Nota: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo vigentes en la legislación peruana. Fuente: Ministerio de Ambiente (2017).

2.1.6. Calidad del Agua

Las fuentes de agua superficial se consideran un elemento clave para el desarrollo de cualquier región, generándose una alta demanda de este recurso para la ejecución de las diferentes actividades sociales y económicas, debiendo reunir diferentes requisitos tanto en cantidad como en calidad (Choramin et al., 2015; Tartabull y Betancourt, 2016).

Sin embargo, dichas actividades propician también la alteración y el deterioro de este recurso natural, alterando la calidad del agua, producto de las descargas de las actividades

domésticas e industriales, influyendo de manera negativa en el medio ambiente, la salud de las personas y también en los aspectos socioeconómicos realizados por las poblaciones adyacentes (Pedraza et al., 2016; Flores, 2013).

Por lo tanto, se crea la necesidad de determinar la calidad del agua, definiéndose como el conjunto de atributos que presenta el agua que permiten establecer los criterios de aceptabilidad para los diversos usos que se le pueda dar, a partir de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas (Chang, 2014).

En este sentido, el estudio de la calidad del agua garantiza una serie de ventajas como lo es la naturaleza sedentaria de los organismos que hacen vida en los recursos hídricos y el empleo de un análisis metodológico de alta confiabilidad, convirtiéndose en una herramienta de gran valor para vigilancia rutinaria del estado ecológico en que se encuentran las aguas dulces (EPA-US., 2013),

Según Rock y Rivera, (2014), la calidad del agua tiene relación directa con las características químicas, físicas y biológicas del agua, siendo considerada una medida de su condición en relación con el impacto en una o más especies acuáticas y en los seres humanos, bien sea para consumo o empleo recreativo. Los estándares mayormente utilizados se orientan a la evaluación de la calidad del agua respecto a la salud de los ecosistemas, la seguridad del contacto humano y el agua potable.

Existen dos definiciones que permiten caracterizar la calidad de los recursos hídricos superficiales, la primera asociada al estado y composición de la biota acuática que se encuentra presente en el cuerpo del agua, la segunda, es una lista de especificaciones, concentraciones y aspectos físicos de las sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en el agua (Loor, 2019).

2.1.6.1. Indicadores de la Calidad del Agua. Para Meléndez, Quintero y Ramírez (2013), los indicadores de la calidad del agua empleados en la determinación de la contaminación de fuentes superficiales, se basan en un conjunto de parámetros fisicoquímicos

que permiten ser interpretados con facilidad, pues agrupan los elementos contaminantes de mayor incidencia y que representan un instrumento para analizar el deterioro del agua.

Son una herramienta que permiten determinar el grado o nivel de la contaminación del agua al momento de realizar un estudio, que se expresa en un porcentaje del agua pura, en donde, el agua con altos niveles de contaminación arrojará un valor igual o cercano a 0%, mientras que el agua que posea condiciones excelentes arrojará un valor igual o cercano al 100% (Guillén et al., como se citó en Castro et al., 2014)

En la actualidad, se les considera un instrumento fundamental que muestra los niveles de calidad que puede tener las aguas superficiales para la debida toma de decisiones por parte de las autoridades competentes, así como información de utilidad para el desarrollo de estudios (Castro et al., 2014).

A través del empleo de los indicadores de calidad del agua se puede conocer de forma rápida y fehaciente el estado de salud del sistema que se está monitoreando monitoreado. (Fernández, Kulich y Gutiérrez, 2017). De acuerdo con Loné (2016), los indicadores de calidad de agua según el parámetro utilizado se clasifican en físicos, químicos, biológicos e hidromorfológicos.

- **Indicadores físicos:** Se consideran indicadores relativos de la calidad del agua, que permiten determinar a partir de los parámetros evaluados el grado de contaminación y la extensión del área afectada. La tabla 5 muestra los indicadores físicos que permiten medir la calidad del agua.

Tabla 5

Indicadores físicos de la calidad del agua

Indicador	Descripción
Turbidez	Permite determinar la cantidad de penetración de la luz natural en el agua, así como también la forma en la que se modifica la fauna y la flora subacuática.
Sólidos en suspensión (SS)	Permiten determinar la cantidad de lodo que se puede producir en la zona estudiada.
Temperatura	Permite determinar el desarrollo de cada uno de los diferentes procesos que se dan en el agua.
Conductividad	Permite determinar la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, a partir de los elementos que están suspendidos en esta.

Nota: Descripción de los indicadores físicos para medir la calidad del agua. Fuente: Elaboración propia a partir de Aznar, como se citó en Calo y Guerrero (2019)

- **Indicadores químicos:** Son de gran utilidad en la determinación de la calidad del agua a partir de la identificación y cuantificación de los agentes que ocasionan la contaminación de la misma. La tabla 6 muestra los indicadores químicos que permiten medir la calidad del agua.

Tabla 6

Indicadores químicos de la calidad del agua

Indicador	Descripción
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	Permite determinar la cantidad carbono orgánico biodegradable en el agua durante un periodo de 5 días.
Demanda química de oxígeno (DQO)	Permite determinar la cantidad de oxígeno necesaria requerida por microorganismos aerobios para la oxidación metabólica de la materia orgánica presente en el agua.
pH	Permite determinar las concentraciones de iones hidronio (H ₃ O ⁺).
Oxígeno disuelto (OD)	Permite determinar las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, y conocer la viabilidad de que se desarrolle vida en esta.
Dureza	Permite determinar el contenido iónico del agua a partir de las concentraciones totales de iones magnesio, calcio, bario y estroncio.
Carbono orgánico total (COT)	Permite determinar la cantidad total de carbono orgánico presente en el agua.
Metales pesados	Permite determinar la presencia y concentración de metales pesados en agua como lo son Cd, Hg, Ba, Pb, Cu, Cr (VI) y As.

Nota: Descripción de los indicadores químicos para medir la calidad del agua. Fuente: Elaboración propia a partir de Aznar, como se citó en Calo y Guerrero (2019).

- **Indicadores biológicos:** Parten de un organismo que con su presencia permite

determinar el estado de salud del medio acuático evaluado a partir del desarrollo de su ciclo biológico, ya que permiten conocer la actividad biológica que se da en el agua a partir de parámetros como lo son: presencia, estructura y abundancia de organismos vivos. Los organismos mayormente empleados como indicadores biológicos de la calidad del agua son: macroinvertebrados, peces, diatomeas, organismos patógenos, entre otros (Loné, 2016; Sánchez, 2016).

- **Hidromorfológicos:** Permiten evaluar, inicialmente la diferencia entre las características hidrológicas y geomorfológicas actuales de las fuentes superficiales de agua; en segundo lugar, permiten evaluar las características que tendrían dichas fuentes de agua en ausencia de las alteraciones humanas, para de esta forma garantizar el funcionamiento óptimo del ecosistema fluvial (Loné, 2016).

2.1.6.2. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA agua). Los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua tienen como objetivo principal garantizar la conservación de la calidad de las aguas continentales superficiales, a través maximizando los beneficios medioambientales, sociales, culturales y económicos (Ministerio de Salud, 2010). Son un referente obligatorio necesarios en el diseño y la aplicación de instrumentos de gestión ambiental, estando determinados a partir de las siguientes variables, según corresponda:

- a) Los parámetros asociados a los contaminantes característicos del efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.
- b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.
- c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

- d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.
- e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua (Ministerio de Ambiente, 2017b, pp. 11-12).

Los ECA para agua proponen una serie de categorías asociadas al cuerpo de agua a evaluar, siendo estas: poblacional y recreacional, extracción; cultivo y otras actividades marino costeras y continentales; riego de vegetales y bebida de animales y conservación del ambiente acuático (Ministerio de Ambiente, 2017b). Para efectos de esta investigación se trabajará con la categoría riego de vegetales y bebida de animales, tal y como se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua: Categoría riego de vegetales y bebida de animales

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	RIEGO DE VEGETALES		BEBIDA DE ANIMALES
		AGUA PARA RIEGO NO RESTRINGIDO	AGUA PARA RIEGO RESTRINGIDO	
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Conductividad	μS/cm		2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L		1000	1000
METALES INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L		5	5
Arsénico	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,7	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05
Cobalto	mg/L		0,05	1
Cobre	mg/L		0,2	0,5
Cromo Total	mg/L		0,1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2,5	2,5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0,2	0,2
Mercurio	mg/L		0,001	0,01
Níquel	mg/L		0,2	1
Plomo	mg/L		0,05	0,05
Selenio	mg/L		0,02	0,05
Zinc	mg/L		2	24
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes fecales (Termotolerantes)	NMP/100 mL		1 000	1 000
ORGÁNICOS				
Bifenilos Policlorados PCBs	mg/L		0.04	0.045
PLAGUICIDAS				
Aldrin	mg/L		0.004	0.7
Endrín	mg/L		0.004	0.2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	mg/L		0.01	0.03

Nota: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua vigentes en la legislación peruana. Fuente: Ministerio de Ambiente (2017b).

2.1.7. Definición de términos básicos

2.1.7.1. Agua. Sustancia compuesta por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O), la cual se encuentra en tres estados: sólido (hielo), líquido (agua) y gaseoso (vapor). Sus propiedades físicas y químicas son de gran relevancia en la supervivencia de los ecosistemas (Valdivielso, 2016).

2.1.7.2. Aprovechamiento. Se refiere a todo proceso manual y/o industrial destinado a la recuperación y/o la transformación de los recursos que se encuentran dentro de los residuos sólidos (Castro R., 2016)

2.1.7.3. Botadero. Conocido también como vertedero, es una zona en donde son depositados los residuos sólidos pero que no poseen la preparación previa, así como tampoco dispone de las técnicas adecuadas para el manejo y control adecuado, representando un riesgo para el medio ambiente y la salud de las personas (Castro R., 2016)

2.1.7.4. Disposición final. Son las operaciones y procesos dirigidos para disponer los residuos sólidos en una zona preestablecida, siendo la última etapa del manejo de lo de manera permanente, sanitaria y ambientalmente segura (Moreno y Viancha, 2019).

2.1.7.5. Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Son medidas establecidas respecto a la magnitud de sustancias y parámetros físicos, químicos y biológicos, que se encuentran en la atmósfera, el suelo y el agua, en su calidad de cuerpo receptor (Congreso de la República, 2005).

2.1.7.6. Lixiviado. Líquido percolado o filtrado proveniente de los residuos y que transporta materiales suspendidos o disueltos, siendo el principal generador del mismo la infiltración del agua de la lluvia en los rellenos sanitarios y botaderos; también contribuyen a su formación el contenido de humedad de los residuos sólidos y el agua de escorrentía que está en contacto con los residuos sólidos (Cedeño, 2015).

2.1.7.7. Metales pesados. Los metales pesados son elementos propios de la naturaleza que poseen un peso molecular alto y con una densidad mayor a 6 g/cm^3 , debido a su condición no degradabilidad por medio de los procesos biológicos; La mayoría de estos no poseen alguna función biológica conocida y se acumulan en diferentes componentes dentro de la red alimenticia, siendo estas las razones que los califican calificado una amenaza grave para la salud (Pinzón y Solange, como se citó en Quispe y Silvestre, 2019).

2.1.7.8. Reaprovechar. Consiste en obtener nuevamente un beneficio de un bien, un artículo, un elemento o parte del mismo proveniente de los residuos sólidos. Son técnicas de reaprovechamiento el reciclaje y la recuperación o reutilización (Castro, 2016).

2.1.7.9. Reciclaje. Proceso por medio del cual algunos ciertos materiales que provienen de los residuos sólidos se pueden separar, recoger, clasificar y almacenar para ser utilizados como materia prima en los procesos productivo (Castro, 2016).

2.1.7.10. Relleno Sanitario. Área o zona proyectada, construida y operada a través de la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en la que son depositados, esparcidos, acomodados, compactado y cubiertos con tierra de forma diaria los residuos sólidos; los mismos cuentan con drenajes para los gases y líquidos lixiviados (Quispe y Silvestre, 2019).

2.1.7.11. Residuo Sólido. Son cualquier tipo de objeto, sustancia, material o elemento sólido que proviene de las actividades de consumo o del uso de un bien dentro de las actividades domésticas, comerciales, industriales, de servicios e institucionales, que una vez generados son abandonados, rechazados o entregados y son susceptibles para ser aprovechados o transformados en un nuevo bien, que puede tener un valor económico o de disposición (Moreno y Viancha, 2019).

2.1.7.12. Reuso. Es la posibilidad que posee un bien o producto de retornar al proceso económica, siendo utilizado exactamente igual a como se empleó con anterioridad y sin ningún cambio en su naturaleza o forma (Castro, 2016).

2.1.7.13. Suelo. Es la capa superior de la superficie sólida del planeta, que está compuesta meteorización de rocas, en las que pueden o están enraizadas las plantas, constituyéndose como un medio ecológico para ciertos tipos de seres vivos. También se conceptualiza como una mezcla resultante de pequeños fragmentos de roca y materiales de

origen orgánico, junto a líquidos y gases en proporciones que varían y que posee una determinada capacidad productiva (Martínez, 2016).

2.1.8. Marco Legal

2.1.8.1. Constitución Política del Perú. En su Artículo 2º, inciso 22, se establece que toda persona posee el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. Así mismo, establece que el estado es el responsable del establecimiento de la política nacional ambiental y la promoción de del uso sostenible de sus recursos naturales.

2.1.8.2. Decreto Legislativo N° 1278 - Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El artículo 2 prevé que la gestión integral de los residuos sólidos dentro del país tiene como primera finalidad prevenir y minimización la generación de residuos sólidos desde su origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, en lo que respecta a los residuos generados, se debe preferir su recuperación, valorización material y energética, a partir de la reutilización, el reciclaje, el compostaje, el coprocesamiento, entre otras alternativas, garantizándose siempre la protección de la salud y del medio ambiente.

El artículo 30 de este decreto establece que la ruta de recolección y transporte de los residuos sólidos depende del tipo de vías existentes, criterios de tráfico vehicular y peatonal; del uso del suelo (residencial, comercial, industrial, etc.); de la ubicación de fuentes de residuos sólidos municipales especiales; zonas de difícil acceso y/o presencia de barreras geográficas naturales o artificiales; de la densidad poblacional de la zona atendida; especificaciones técnicas del equipamiento; del tipo, número y capacidad de unidades vehiculares existentes; del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos; entre otras condiciones que permitan establecer un adecuado diseño de rutas.

Asimismo, el artículo 35 establece el manejo de residuos sólidos municipales en centros de acopio. Estos centros de acopio de residuos sólidos municipales son infraestructuras destinadas al acondicionamiento de residuos sólidos inorgánicos no peligrosos recuperados en

el marco de los programas de segregación en la fuente y recolección selectiva de los residuos sólidos. El funcionamiento de dichos centros es autorizado por la municipalidad de la jurisdicción, por lo que las actividades que se realizan en estos lugares se rigen por lo establecido en el artículo 101 del reglamento. Los residuos sólidos acondicionados en los centros de acopio pueden transportarse a través de las empresas operadoras de residuos sólidos, organizaciones de recicladores formalizados o titulares de actividades productivas.

2.1.8.3. Ley Orgánica de Municipalidades (Ley 27972). Esta ley establece la responsabilidad de los Gobiernos locales en la regulación, control y disposición final de los residuos sólidos. En el artículo 80, numeral 2, se indican las funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales, siendo una de las actividades, de acuerdo a lo previsto en el inciso 2.1, la de administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.

Del mismo modo, el numeral 4 del mencionado artículo, indica las funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales, siendo establecido en el inciso 4.1, que una de las actividades será la de administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos cuando esté en capacidad de hacerlo.

Así mismo, el artículo 161, establece en su numeral 6, inciso 6.2, que la Municipalidad Metropolitana de Lima tiene como competencia y funciones, organizar el sistema metropolitano de tratamiento y eliminación de residuos sólidos, limpieza pública y actividades conexas, firmar contratos de concesión de servicios, así como controlar su eficaz funcionamiento.

2.1.8.4. Ley General del Ambiente (Ley 28611). Establece en su artículo 1 que, toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y a su vez, tiene el deber

de contribuir con una efectiva gestión ambiental. Así mismo, fija que la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario o comercial es de responsabilidad de los Gobiernos locales. También se establecen en la citada ley, los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

En el artículo 31, se indica lo relativo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), siendo el inciso 31.1, el que define a los ECA como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

En su artículo 67, referido al saneamiento básico, establece que las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local prioricen medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada; la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reúso de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos en las zonas urbanas y rurales, promoviendo la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento, así como el establecimiento de tarifas adecuadas y consistentes con el costo de dichos servicios, su administración y mejoramiento.

En el artículo 119, se prevé lo relativo al manejo de los residuos sólidos, siendo el inciso 119.1 el que establece que la gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales. Por su parte, el inciso 119.2, establece que la gestión de los residuos sólidos distintos a los señalados es de responsabilidad del generador hasta su

adecuada disposición final bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

2.1.8.5. Ley General de Salud (Ley 26842). Establece que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente. Si la contaminación del ambiente significa riesgo o daño a la salud de las personas, la Autoridad de Salud dictará las medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos o hechos.

En su artículo 107, establece que el abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

2.1.8.6. Política Nacional del Ambiente (D.S. N° 012-2009-MINAM). Establece en relación a los residuos sólidos, la promoción de la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final y desarrollo de infraestructura. También promueve la formalización de los segregadores.

III. Método

3.1. Tipo de Investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se empleará la observación y la medición del fenómeno de estudio, el muestreo y el análisis por medio de pruebas estadística, para de esta manera dar respuesta a las hipótesis planteadas en el estudio (Ñaupas, Valdivia, Palacios, y Romero, 2018),

Respecto a tipo de investigación, la misma es aplicada, ya que de acuerdo a Carrasco (2017), es un tipo de investigación que tiene propósitos prácticos de forma inmediata, vale decir, se investiga con la finalidad de actuar, modificar, transformar o propiciar la ocurrencia de cambios en la realidad estudiada; para ello, el investigador debe tomar en consideración los aportes de las teorías científicas que se producen en la investigación básica.

En cuanto al nivel de la investigación, la misma es descriptiva, pues de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014) este tipo de investigación tiene como finalidad especificar las propiedades y las características de mayor relevancia del cualquier fenómeno de estudio que se analiza.

3.2. Ámbito Temporal y Espacial

3.2.1. Ámbito Temporal

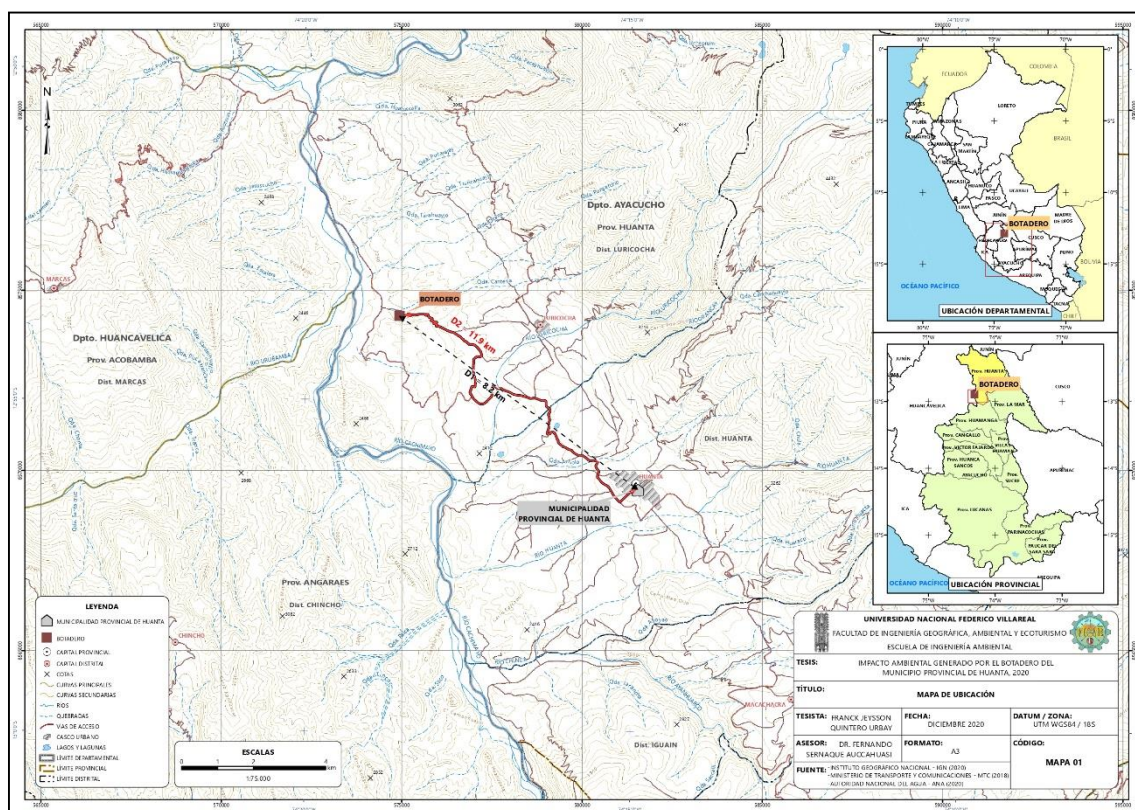
La investigación se realizó durante el periodo junio de 2020 a abril de 2021.

3.2.2. Ámbito Espacial

Esta investigación se desarrolló en un (01) kilómetro a la redonda del botadero municipal de residuos sólidos provenientes del servicio de limpieza pública del distrito de Huanta, el cual se encuentra a 20 min de la municipalidad del distrito de Huanta, exactamente a 15.1 km de distancia (ver figuras 2 y 3).

Figura 2

Mapa de ubicación del botadero municipal de Huanta



Nota: Mapa que muestra la ubicación del botadero municipal de residuos sólidos provenientes del servicio de limpieza pública del distrito de Huanta. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) (2020), MTC (2018), Autoridad Nacional del Agua (2020).

Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 8
Matriz de Operacionalización de las variables

VARIABLE	MARCO CONCEPTUAL	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE 1 BOTADERO	Los botaderos son aquellos lugares en donde es depositada de forma ilegal cualquier tipo de residuo que propician un impacto negativo y son causantes de focos de infección a gran escala para la salud de las personas y el medio ambiente. Poseen residuos de la gestión municipal, así como los de la gestión no municipal (OEFA, 2014).	En el botadero municipal se realizará el análisis de los componentes suelo y agua para determinar la existencia de un impacto significativo.	RESIDUOS SOLIDOS SEGÚN SU TIPO	Orgánicos Inorgánicos	Ton/día
			RESIDUOS SOLIDOS SEGÚN SU ORIGEN	Domiciliario Comercial De espacios públicos	Ton/día
VARIABLE 2 CALIDAD DEL SUELO	Es la capacidad que tiene el suelo para el funcionamiento enmarcado dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado; para el sostenimiento de la productividad de las plantas y de los animales; para el mantenimiento y/o mejora de la calidad del agua y del aire; y para la sostenibilidad de salud de los seres humanos y del hábitat. Para ello, se deberá contar con una serie de variables e indicadores que permitan determinar los cambios o tendencias que se produzcan en el suelo. (Karlen et al., como se citó en Estrada-Herrera et al. 2017; Larson y Pierce; Doran y Parkin; Seybold et al., como se citó en Rodríguez et al. 2017).	Para efectos de la calidad del suelo se analizarán los diferentes parámetros a partir de lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM.	METALES INORGÁNICOS	Cianuro Libre Cromo VI Mercurio Bifenilos policlorados - PCB Tricloroetileno	mg/kg PS
				Arsénico Bario Total Cadmio Cromo Total Plomo	
VARIABLE 3 CALIDAD DEL AGUA	La calidad del agua tiene relación directa con las características químicas, físicas y biológicas del agua, siendo considerada una medida de su condición en relación con el impacto en una o más especies acuáticas y en los seres humanos, bien sea para consumo o empleo recreativo. Los estándares mayormente utilizados se orientan a la evaluación de la calidad del agua respecto a la salud de los ecosistemas, la seguridad del contacto humano y el agua potable (Rock y Rivera, 2014).	Para efectos de la calidad del agua se analizarán los diferentes parámetros a partir de lo establecido en el N° 004-2017-MINAM.	FÍSICO - QUÍMICO	Aceites y Grasas Conductividad DBO ₅ DQO Ph Sulfatos	mg/L µS/cm mg/L mg/L Unidad de pH mg/L
				Aluminio Arsénico Bario Berilio Boro Cadmio Cobalto Cobre Cromo Total Hierro Litio Magnesio Manganeso Molibdeno Níquel Plomo Selenio Bismuto Antimonio Cerio Estaño Estroncio Bismuto	mg/L

Mercurio		
Molibdeno		
Calcio		
Cerio		
Sílice		
Sodio		
Talio		
Estaño		
Estroncio		
Fósforo		
Mercurio		
Molibdeno		
Plata		
Potasio		
Sílice		
Sodio		
Talio		
Titanio		
Uranio		
Vanadio		
<hr/>		
MICROBIOLÓGICOS		
Y	Coliformes fecales	NMP/100 ml
PARASITOLÓGICO		
ORGÁNICOS	PCBs	mg/L
	Aldrin	
	Endrín	
PLAGUICIDAS	Heptacloro y Heptacloro	mg/L

Fuente: elaboración propia

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población

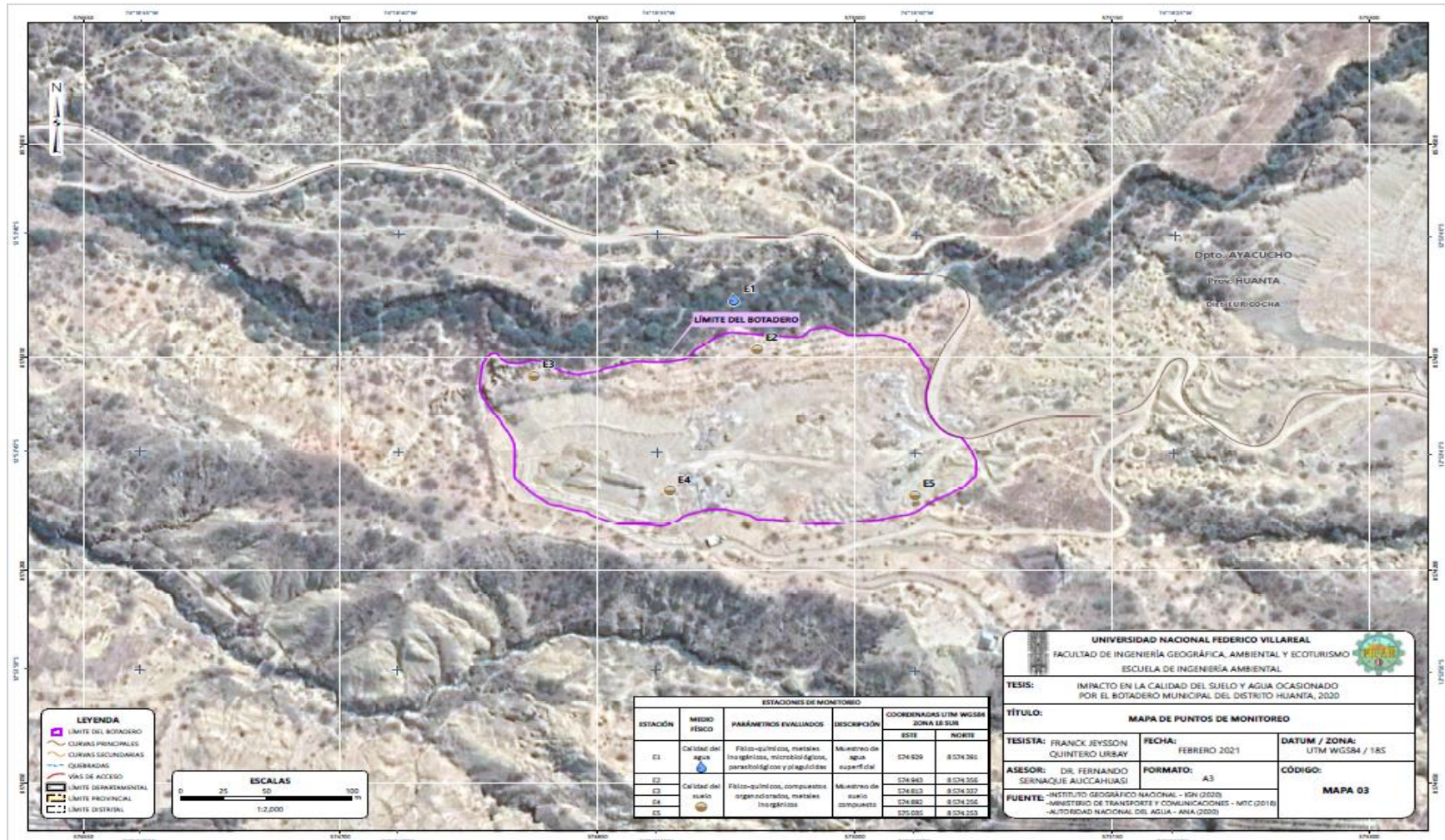
La población se define como el total de unidades o elementos (personas, sucesos, objetos, fenómenos, entre otros) que se encuentra dentro del ámbito de estudio de una investigación (Niño, 2019), en este sentido, en la presente investigación la población está conformada por el suelo que corresponde a un (01) kilómetro a la redonda del botadero de residuos sólidos provenientes del servicio de limpieza pública del distrito de Huanta.

3.4.2. Muestra

La muestra se define como un subconjunto fiel y representativo de las características que posee la población, por lo tanto, su determinación permite inferir a partir de las propiedades que presenta la totalidad de la población (Palomino, Peña, Zevallos y Orizano, 2015), en este sentido, para el análisis de la calidad del suelo, se recolectaron cuatro muestras en las siguientes coordenadas: Muestra 1 Este: 574 943 y Norte: 8 574 356; Muestra 2 Este: 574 813 y Norte: 8 574 337; Muestra 3 Este: 574 892 y Norte: 8 574 256; Muestra 4 Este: 575 035 y Norte 8 574 253; para el análisis de la calidad del agua, tomó una muestra de agua para un punto de monitoreo en las coordenadas Este: 574 929 y Norte: 8 574 391.

De esta manera, las muestras fueron extraídas de acuerdo al muestreo compuesto, el cual representa la forma más operativa de extraer muestras de suelo desde un terreno. Esta técnica es similar al muestreo simple al azar, con la diferencia de que en esta toda la unidad de muestreo es cubierta y no existen repeticiones ya que el suelo proveniente de los puntos muestreados, es mezclado en una sola muestra (Ministerio de Agricultura y otros, 1999). De esta manera y conforme a lo establecido en la Guía para Muestreo de Suelos y el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, se mapearon las estaciones de muestreo como se muestra en la figura 4.

Figura 4
 Mapa de puntos de monitoreo



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) (2020), MTC (2018), Autoridad Nacional del Agua (2020).

3.5. Instrumentos

En el desarrollo de la investigación se empleó como técnica la observación, que no es más que observar de forma detenida y atenta el fenómeno o hecho de estudio para proceder a registrar posteriormente la información que se relaciona a este y seguidamente realizar su análisis (Palomino et al. 2015). Como instrumento se empleó la ficha de observación, la cual tiene como propósito registrar todos los datos provenientes de otras fuentes como pueden ser los grupos, las personas, los lugares e incluso documentos asociados al problema objeto de estudio (Palomino et al., 2015). En este sentido, en la presente investigación se utilizaron dos fichas de observación documental para registrar: 1) Los resultados de los distintos ensayos realizados a las muestras de suelo y agua, a fin de determinar la calidad de ambas variables, a partir de lo establecido en la normativa vigente tomando como referencia los Estándares de Calidad Ambiental para suelo y agua (anexo 2) y 2) Los parámetros de evaluación de impacto ambiental de la matriz de Conesa simplificada (anexo 3).

3.6. Procedimientos

3.6.1. Trabajo de Campo

Para la obtención de las muestras en campo mediante el establecimiento de las estaciones de monitoreo, a efecto del análisis de la calidad del suelo y la calidad del agua, se realizaron las siguientes actividades:

- Trabajo de campo:
 - ✓ Coordinación logística con el equipo de trabajo.
 - ✓ Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad del agua y calidad del Suelo; según lo descrito en la tabla 9.

Tabla 9

Estaciones de monitoreo

Medio físico	Parámetros evaluados	Descripción	Coordenadas	
			Este	Norte
Calidad del Agua	Físico-Químicos, Metales Inorgánicos, Microbiológicos y Parasitológicos y Plaguicidas	Muestreo de agua superficial	574 929	8 574 391
			574 943	8 574 356
Calidad del suelo	Físico-Químicos, Compuestos Organoclorados, Metales Inorgánicos	Muestreo de Suelo Compuesto	574 813	8 574 337
			574 892	8 574 256
			575 035	8 574 253

Fuente: elaboración propia.

- ✓ Toma de muestras utilizando la instrumentación correspondiente.
- ✓ Recopilación de información técnica complementaria de las instalaciones y estaciones de monitoreo.
- Trabajo de gabinete
 - ✓ Procesamiento de la información recopilada (datos técnicos de las instalaciones, condiciones de operación y producción, etc.).
 - ✓ Determinación de la concentración de contaminantes evaluados.
 - ✓ Contrastación de los resultados con los estándares de calidad ambiental de suelo y agua previstos en el D.S. N° 011-2017-MINAM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Suelo y el D.S. N° 004-2017-MINAM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del agua.
 - ✓ Elaboración de la matriz de Conesa a fin de determinar el impacto ambiental originado por el inadecuado manejo en la disposición final de los residuos sólidos.

3.7. Análisis de Datos

Para Rouse (2018), el análisis de datos es una ciencia que tiene como finalidad la

examinación de los datos en bruto para posteriormente extraer de los mismos las conclusiones asociadas a la realidad objeto de estudio. Se emplea en diferentes ciencias con la finalidad de verificar o reprobando los modelos o las teorías existentes. En esta investigación se empleó como análisis de datos la estadística descriptiva, presentando los resultados a partir de tablas y gráficos en el mismo orden de los objetivos e hipótesis propuestos. Posterior a ello, se procedió a la discusión por medio de la confrontación literaria.

3.8. Consideraciones Éticas

La investigación se sustenta en los estándares permitidos y existentes dentro del campo de la investigación científica, dando cumplimiento cabal a las normas internas para el desarrollo de trabajos de investigación emanadas de la Universidad Nacional Federico Villareal y sustentada en los criterios de investigación inédita, ya que no se trata de réplica o copia de otra (s) investigación (es) realizadas con anterioridad, y originalidad, puesto que los autores que dan soporte a la investigación se referenciaron a partir de lo expuesto en el Manual APA séptima edición en español.

Así mismo la investigación se rige por lo previsto en la normativa peruana vigente relacionada a la calidad del suelo y agua, como lo es la Guía para Muestreo de Suelos y el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y los estándares de calidad ambiental previstos en el D.S. N° 011-2017-MINAM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Suelo y el D.S. N° 004-2017-MINAM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del agua.

IV. Resultados

4.1. Calidad del Suelo

4.1.1. Impacto de los Metales Inorgánicos en el Suelo

Para la evaluación del impacto de metales inorgánicos en el suelo, se realizó el monitoreo y análisis según los lineamientos de la Guía para Muestreo de Suelos, la cual contiene las pautas básicas y metodologías para evaluar la calidad de Suelo. De acuerdo con esta metodología, se consideraron las 4 toma de muestras, convirtiéndose en una muestra compuesta en un (01) punto de monitoreo, cuyos resultados se detallan en la tabla 10.

Tabla 10

Contenido de metales inorgánicos en el suelo

Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Usos de suelo – ECA	
			Suelo agrícola	Condición
Cianuro Libre	mg/kg PS	<0,5	0,9	Cumple
Cromo VI	mg/kg PS	<0,20	0,4	Cumple
Mercurio	mg/kg PS	<1,0	6,6	Cumple
Bifenilos policlorados – PCB	mg/kg PS	<0,005	0,5	Cumple
Tricloroetileno	mg/kg PS	<0,0010	0,01	Cumple
Arsénico	mg/kg PS	<3,00	50	Cumple
Bario Total	mg/kg PS	147,95	750	Cumple
Cadmio	mg/kg PS	1,0	1,4	Cumple
Cromo Total	mg/kg PS	4,75	**	**
Plomo	mg/kg PS	<3,0	70	Cumple

** No lo considera el ECA para este tipo de suelos.

Fuente: ALAB (2021).

En la tabla 10, se puede apreciar los indicadores de calidad del suelo, determinándose contenido de metales inorgánicos, cuyos valores se encuentran muy por debajo de los estándares ECA establecidos. También se puede observar que los parámetros más cercanos, pero aun así por debajo del estándar, son el contenido de cianuro libre con un valor obtenido <0.5 mg/kg PS y un valor estándar ECA para suelo agrícola de 0.9 mg/kg PS. Caso similar se presentó con el cromo VI, con un valor < 0.2 mg/kg PS menor al límite estándar 0.4 mg/kg PS y en el Cadmio con valor de 1.0 mg/kg PS 20% inferior al estándar 1.4 mg/kgPS.

En síntesis, los resultados obtenidos no presentan una incidencia significativa que determine un impacto ambiental en cuanto al contenido de metales presentes y acidez.

4.2. Calidad del Agua

Para evaluar la calidad del agua, se realizaron los ensayos de laboratorio según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales; cuyos resultados se compararon con los estándares del ECA.

4.2.1. Impacto en los Parámetros Físico – químicos del Agua

El impacto negativo generado por el botadero sobre los parámetros fisicoquímicos del agua, se puede apreciar mediante la tabla 11.

Tabla 11

Parámetros físico – químicos de la calidad del agua

Parámetro físico – químico	Unidad	Resultados	ECA – Agua		Condición
			D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de animales	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.48	5	10	Cumple
Conductividad	μS/cm	698	2 500	5 000	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	18.4	15	15	No cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40	40	No cumple
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	7,8	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	Cumple
Sulfatos	mg/L	41,5	1000	1000	Cumple

Fuente: ALAB (2021).

En la tabla 11, se puede apreciar que los indicadores de calidad de contenido de aceites y grasas, conductividad, Acidez (pH) y contenido de sulfatos cumplen con los límites establecidos por el ECA para considerarse un agua apta para riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los indicadores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO) superan los estándares, es decir, no cumplen para que el agua sea apta en dichas categorías. Esto significa que, de 6 indicadores fisicoquímicos, 2 están fuera de

norma, lo cual podría representar un cumplimiento de 67% respecto al total de indicadores o, por el contrario, un incumplimiento del 33%.

4.1.2. Impacto en los Metales Inorgánicos del Agua

El impacto del botadero sobre el contenido de metales inorgánicos presentes en el agua se puede apreciar según los resultados de la tabla 12, en la que se puede ver que los valores obtenidos resultaron aceptables para riego de vegetales y para bebida de animales según los estándares ECA.

Tabla 12

Metales inorgánicos de la calidad del agua

Parámetro	Unidad	Resultados	ECA – Agua		Condición
			D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de animales	
Aluminio	mg/L	0,019	5	5	Cumple
Antimonio	mg/L	<0,002	**	**	**
Arsénico	mg/L	<0,002	0,1	0,2	Cumple
Bario	mg/L	0,0535	0,7	**	Cumple
Berilio	mg/L	<0,0003	0,1	0,1	Cumple
Bismuto	mg/L	<0,009	**	**	**
Boro	mg/L	0,607	1	5	Cumple
Cadmio	mg/L	<0,0001	0,01	0,05	Cumple
Calcio	mg/L	60,568	**	**	**
Cerio	mg/L	<0,02	**	**	**
Cobalto	mg/L	<0,002	0,05	1	Cumple
Cobre	mg/L	<0,0003	0,2	0,5	Cumple
Cromo Total	mg/L	<0,0002	0,1	1	Cumple
Estaño	mg/L	<0,001	**	**	**
Estroncio	mg/L	0,30980	**	**	**
Fósforo	mg/L	<0,01	**	**	**
Hierro	mg/L	0,026	5	**	Cumple
Litio	mg/L	0,0003	2,5	2,5	Cumple
Magnesio	mg/L	11,967	**	250	Cumple
Manganeso	mg/L	<0,0001	0,2	0,2	Cumple
Mercurio	mg/L	-	0,001	0,01	**
Molibdeno	mg/L	<0,0006	**	**	**
Níquel	mg/L	<0,0003	0.2	1	Cumple
Plata	mg/L	<0,002	**	**	**
Plomo	mg/L	<0,002	0.05	0.05	Cumple
Potasio	mg/L	17,91	**	**	**
Selenio	mg/L	<0,001	0.02	0.05	Cumple

Sílice	mg/L	27,206	**	**	**
Sodio	mg/L	70,643	**	**	**
Talio	mg/L	<0,0003	**	**	**
Titanio	mg/L	<0,0007	**	**	**
Uranio	mg/L	<0,01	**	**	**
Vanadio	mg/L	<0,0002	**	**	**
Zinc	mg/L	<0,0001	2	24	Cumple

**No lo considera el ECA para este tipo de suelos.

Fuente: ALAB (2021).

Cabe destacar que los metales identificados con dos asteriscos (**) no tienen estándares establecidos para su caso; por lo tanto, no se tienen valores de comparación. Sin embargo, estos se deben presentar ya que también se encuentran presentes en el agua. Esta última condición podría determinar un impacto no considerado en los indicadores establecidos en el ECA para las categorías descritas; pudiéndose observar que existe una presencia significativa de estos, entre los que destacan el antimonio, bismuto, calcio (60.568 mg/L), cerio, estaño, estroncio (0,30980 mg/L), fósforo, magnesio, molibdeno, plata, potasio (17,91 mg/L), sílice (27,206 mg/L) sodio (70.643 mg/L) , talio, titanio, uranio y vanadio; representando estos el 53% del total de indicadores metálicos presentes en el agua y sólo presentando los valores más impactantes.

4.1.3. Impacto en los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos del Agua

El impacto del botadero sobre los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua, se puede observar en los resultados de la tabla 13.

Tabla 13

Parámetros microbiológicos y parasitológicos de la calidad del agua

Parámetro	Unidad	Resultados	ECA – Agua		Condición	
			D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de animales		
Coliformes fecales (Termo - tolerantes)	NMP/100 ml	1700	1000**	2000	1000	No cumple

**Categoría 3 / D1

Fuente: ALAB (2021).

Según los resultados de la tabla 13, el indicador de calidad microbiológico coliformes

fecales (termo – tolerantes) con un valor de 1700 NMP/100 ml, no cumple con lo establecido por el estándar ECA para la categoría 3D1 y 3D2 (1000) presentando una diferencia del 70% por encima del estándar.

4.1.4. Impacto en los Parámetros Orgánicos en Agua

El impacto en los parámetros orgánicos del agua, se pueden apreciar mediante el indicador Bifenilos policlorados PCBs, el cual presentó un valor aceptable $<0,000005$ mg/L en cumplimiento de los estándares establecidos por el ECA para el agua de riego de vegetales y de bebida de animales, resultando su valor muy por debajo del permitido tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Parámetros orgánicos de la calidad del agua

Parámetro	Unidad	Resultados	ECA – Agua		Condición
			D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de animales	
Bifenilos Policlorados PCBs	mg/L	$<0,000005$	0,04	0,045	Cumple

Fuente: ALAB (2021).

4.1.5. Impacto de los Plaguicidas en el Agua

El impacto de los plaguicidas generado por el botadero sobre el agua, se puede observar mediante los indicadores de compuestos químicos de la tabla 15, de los cuales 3 cumplen con el estándar ECA y 2 no se especifican dentro de este. Sin embargo, los valores obtenidos son muy pequeños respecto a su patrón de comparación.

Tabla 15

Parámetros de plaguicidas en la calidad del agua

Parámetro	Unidad	Resultados	ECA – Agua		Condición
			D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de animales	
Aldrin	mg/L	<0,0000010	0.004	0.07	Cumple
Endrín	mg/L	<0,0000010	0.004	0.2	Cumple
Heptacloro	mg/L	<0,0000010	**	**	**
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	mg/L	<0,0000010	0.01	0.03	Cumple
Heptacloro Epóxido	mg/L	<0,0000010	**	**	**

Fuente: ALAB (2021).

4.1.6. Impacto Ambiental Ocasionado en la Calidad del Suelo y del Agua

Como síntesis y complemento de la presente investigación, se realizó una evaluación del impacto ambiental mediante el método directo de la matriz simplificada de Conesa, en la cual solo se consideró los factores abióticos en sus dimensiones suelo y agua; ya que fueron los estudiados. Asimismo, se evaluaron los 11 indicadores de Conesa para los factores ambientales de calidad del agua, propiedades físicas, químicas y uso del suelo de dichas dimensiones. Cabe resaltar que la puntuación colocada es razón, según los criterios propios de la metodología (anexo 3), basándose en los resultados obtenidos de la calidad del agua y del suelo. De esta manera, en la tabla 16 se presenta el impacto determinado.

Tabla 16

Impacto ambiental en la calidad del agua y del suelo generada por el botadero municipal de Huanta

Factores	Componentes	Factor ambiental	Acciones consideradas													I	Impacto
				N	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR			
Abióticos	Suelo	Contaminación (calidad)	Afectación de propiedades físicas y químicas	(-)	2	1	2	2	1	1	2	1	1	2	20	Bajo	
			Uso del suelo	(-)	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	25	Bajo	
	Agua	Calidad	Agua superficial	(-)	4	2	4	2	2	4	2	4	4	4	42	Moderado	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 16 se puede observar un impacto bajo en relación a la afectación de las propiedades físicas y químicas del suelo y en el factor de uso de suelo agrícola. Respecto a la calidad del agua, se obtuvo un impacto moderado. Esto quiere decir, que se debe poner atención a acciones correctivas sobre este último factor con mayor importancia, debiéndose hacer énfasis en los planes de gestión que se desarrollen y ejecuten.

V. Discusión de Resultados

5.1. Impacto en la calidad del suelo y agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta

5.1.1. Calidad del Suelo

Los ensayos de calidad realizados, determinaron un impacto negativo bajo en las propiedades físicas y químicas y del uso del suelo; sin embargo, se encontró la presencia de cromo total en una proporción de 4.75 mg/kg PS, el cual no está establecido en los estándares ECA para la categoría de suelo agrícola. Este es un tipo de metal pesado que, según Martínez & Yessica (2017), se debe dar importancia pues es capaz de disminuir la producción de cultivos, debido al riesgo de bioacumulación y bio-magnificación en la cadena alimentaria. También existe el riesgo de contaminación superficial y subterránea. El conocimiento de la química básica, ambiental y efectos en la salud asociados de elementos como este, es pesados necesarios para comprender su especiación, biodisponibilidad y opciones de reparación.

Por su parte, Díez, Simon, Dorronsoro, & Van Gestel (2009), señalan que la gran mayoría los metales pesados, como lo es el cromo, entran en la cadena alimentaria por contaminación en los suelos en donde se realizan principalmente cultivos que absorben nutrientes del suelo contaminado; los cuales pueden seguir cuatro vías diferentes: la primera, quedar retenidos en fase acuosa del suelo; la segunda, ser absorbidos sobre constituyentes inorgánicos del suelo; la tercera, asociados con materia orgánica del suelo y finalmente se pueden precipitar como sólidos puros, mixtos o en el mayor de los casos pueden ser absorbidos por las plantas, pasar a la atmósfera por volatilización y moverse por aguas superficiales y subterráneas.

Por otro lado, se determinó un impacto negativo bajo respecto al uso de suelo; evaluado según los indicadores de la metodología de Conesa, pues se consideran factores como el tiempo de afectación, la extensión de las consecuencias y de las acciones del botadero; el uso de

plaguicidas, la capacidad de remediación de la situación actual.

Estos resultados pueden adoptar mayor sentido mediante la contrastación con otras investigaciones; de esta manera, se comparan con los obtenidos por Díaz (2019), quien determinó la contaminación del suelo producto de los lixiviados que se generaban en el botadero municipal del distrito de San Pablo, al encontrar la presencia del Cadmio, Plomo y Cromo, este último también determinado en los estudios de la presente investigación, encontrado en las muestras de suelo agrícola como efecto del botadero estudiado.

Igualmente, Ferradas y Guerra (2019) también infirieron un efecto negativo en la calidad del suelo producto del botadero “San Idelfonso” por medio del contenido de cromo VI, cuyos niveles superaron los establecidos por el Ministerio de Ambiente. Por otro lado, los resultados se cotejan con los obtenidos por Almeida y Rebelo (2018), que igualmente determinaron que la disposición final de residuos en el municipio de Paço do Lumiar incide de manera directa en la contaminación del suelo; con la diferencia que encontraron metales pesados por encima de los valores aceptables según la normativa del CONAMA; identificándose, por ejemplo, zinc, cobre, plomo y cadmio.

5.1.2. Calidad del Agua

Los ensayos de calidad realizados mostraron un impacto negativo moderado en la calidad del agua superficial, producto de los lixiviados generados por el botadero estudiado. Esto se pudo evidenciar por los parámetros fisicoquímicos, donde se obtuvo una demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de 18.5 mg/L y demanda química de oxígeno (DQO) de 40 mg/L superior a los establecidos por el ECA con valores de 15 y 40 para estos indicadores respectivamente. Estos parámetros representan el 33% del total de indicadores fisicoquímicos; por tanto, este impacto es significativo. Es preciso mencionar que estos indicadores determinan la capacidad de las bacterias para digerir la materia orgánica; en este sentido, la presencia de materia tóxica altera el curso de la DBO, como es el caso de algunos metales que causan la

deflección de su progreso; pues esta varía con los diferentes metales en el que probablemente los microorganismos se aclimatan a condiciones particulares (Del Angel, 1994). Esto tiene mucho sentido, pues según los resultados obtenidos, se determinaron presencia de múltiples metales en el agua superficial estudiada, razón por la cual podría explicarse la alteración de dichos indicadores fisicoquímicos.

Por otro lado, se determinó un impacto alto en el indicador microbiológico coliformes fecales (termo – tolerantes) con un valor de 1700 NMP/100 ml por encima del permitido por el estándar ECA para las categorías 3D1 y 3D2 (1000), cuya diferencia representa un 70%, convirtiéndose en un impacto negativo alto en este parámetro. Así mismo, se encontró una presencia de 53% del total de metales presentes en el agua estudiada no contemplados en los estándares ECA, siendo los más representativos el calcio con <60.568 mg/L, estroncio <0.31 mg/L, potasio <17.91 mg/L, $<$ sílice 27.21 mg/L, sodio <70.64 mg/L, cerio $0,02$ mg/L, fosforo y uranio con <0.01 mg/L.

Como ya se mencionó, la presencia de metales puede provocar alteraciones en la demanda bioquímica de oxígeno del agua; además, la mayoría de estos metales en contacto con el agua provocan la rápida descomposición de esta para combinarse vigorosamente con el anión OH⁻ creando los correspondientes hidróxidos estables (producen aumento del pH) y liberando hidrógeno. Es particular mencionar que el calor que libera el potasio puede inflamar el hidrógeno y el su contacto con aire puede generar trazas de hiperóxido potásico (KO₂), el cual es muy reactivo con el agua, induce la generación de peróxidos, por lo que una atmósfera rica en oxígeno acrecienta la peligrosidad del potasio en su reacción con el agua (Institut National Recherche et de Sécurité, 1985). Adicionalmente, cabe destacar que a pesar de que se determinaron múltiples metales alcalinos, lantánidos y alcalinotérreos en la muestra de agua fuera de los estándares comparados, esta presentó una conductividad aceptable, muy baja respecto a los parámetros ECA para agua de riego de vegetales y agua para bebida de animales;

lo cual para el presente caso de estudio solo se limita a la categoría del uso, por tanto, no afecta en cuanto este indicar; pues la conductividad depende la generación de electrolitos producto de la disociación de las sales en el agua, lo que conlleva a su conducción de electricidad; que además se encuentra íntimamente relacionada con el contenido de dureza en el agua (contenido de iones calcio y magnesio); la misma que debe ser considerada para otros usos del agua como por ejemplo su transporte en tuberías y a temperaturas superiores a la ambiente, lo cual no es relevante en este caso de estudio.

En cuanto a la comparación con otras investigaciones, los resultados presentados difieren de los obtenidos por Rojas y Medina (2019), quienes determinaron que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua obtenida del área de influencia del botadero de residuos sólidos de la ciudad de Guadalupe, cumplieron los estándares establecidos para consumo humano, con la excepción del contenido de cadmio, el cual superó el límite aceptable.

Por su parte, los resultados de Rojas (2016), Loor (2019) y Cedeño (2015) se asemejan a los obtenidos en la presente investigación, puesto que ambos infirieron una incidencia directa de los botaderos de residuos sólidos sobre la calidad del agua, especialmente en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. De esta manera, el primer autor determinó variaciones superiores a los estándares entre 24.43 y 3375.18 mg/L en DBO5 y entre 61.18 y 7139.44 mg/L para la DQO; en tanto que el segundo autor, encontró la incidencia sobre los indicadores de DBO y los coliformes fecales, precisamente estos indicadores también fueron afectados en este estudio, cuyos valores se encontraron por encima de los límites establecidos por el ECA. Finalmente, los resultados de Cedeño (2015) mostraron una incidencia negativa de los lixiviados del relleno sanitario que estudió sobre la calidad del agua, determinando concentraciones de DBO5, nitrógeno orgánico, cloruros, cromo y níquel por encima de los establecidos por la normativa ecuatoriana para consumo humano.

5.2. Comprobación de las Hipótesis

5.2.1. Comprobación de la Hipótesis General

La hipótesis general: “Existe un alto impacto en la calidad del suelo y agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020 no se cumple ya que el impacto representativo resultó moderado para la calidad del agua y bajo para suelo, según la evaluación de la matriz de Conesa. La afectación de este tipo de impacto no precisa la adopción de prácticas correctivas y preventivas muy intensivas; sin embargo, es importante considerar esta afectación para evitar que este llegue a una condición de “severo” en el cual se exija una recuperación del medio ambiente a través de medidas intensas y rigurosas, con un tiempo de duración prolongado.

5.2.2. Comprobación de Hipótesis Específica 1

La hipótesis específica 1: “Existe un alto impacto de los metales inorgánicos en el suelo ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020” no se cumple; pues de acuerdo a los ensayos de suelo, el contenido de metales determinados cumple con los indicadores establecidos por los estándares ECA, siendo el suelo apto para la categoría de uso agrícola. Por otro lado, según la evaluación de Conesa, se obtuvo un impacto bajo en cuanto al uso del mismo y un impacto bajo en relación a sus propiedades físicas y químicas, lo cual se puede cotejar con los resultados de calidad obtenidos para los metales inorgánicos.

5.2.3. Comprobación de Hipótesis Específica 2

La hipótesis específica 2: “Existe un alto impacto de los parámetros físico-químicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020” no se cumple ya que de un total de 6 indicadores fisicoquímicos determinados para la categoría de agua D1 y D2 (riego de vegetales y bebida de animales), 2 no cumplen con los límites aceptables por el ECA; lo que sugiere un impacto directo, pero no alto. Por otro lado, según la evaluación de Conesa en lo que respecta a la calidad del agua en general, se obtuvo un impacto moderado.

5.2.4. Comprobación de Hipótesis Específica 3

“Existe un alto impacto de los metales inorgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020” no se cumple puesto que se determinó que las concentraciones de metales presentes en el agua oscilan entre los límites aceptables; sin embargo, se determinó la presencia adicional de 18 metales no especificados en el ECA para las categorías de agua estudiada; por tanto, no se estableció una relación directa. No obstante, esto se traduce en un impacto directo no necesariamente alto. Por otro lado, la evaluación de impacto de Conesa, arrojó un impacto moderado sobre la calidad del agua, de manera general.

5.2.5. Comprobación de Hipótesis Específica 4

La hipótesis 4: “Existe un alto impacto de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020” se cumple, pues este fue determinado mediante un solo indicador (coliformes fecales totales), el cual superó los límites establecidos por el ECA; resultando en un 70% superior al aceptable con un valor de 1700 sobre 1000 NMP/100 ml.

5.2.6. Comprobación de Hipótesis Específica 5

La hipótesis específica 5: “Existe un alto impacto en los parámetros orgánicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020” no se cumple, pues este se evidenció mediante un solo indicador (Bifenilos Policlorados PCBs) cuyo valor se encontró muy por debajo, prácticamente despreciable ($<0,000005$ mg/L) respecto al valor máximo aceptable por el estándar ECA para las categorías de agua D1 y D2; por tanto, no sufrió alteraciones. Además, el impacto global sobre la calidad del agua fue determinado como moderado según la evaluación de Conesa.

5.2.7. Comprobación de Hipótesis Específica 6

La hipótesis específica 6: “Existe un alto impacto de los parámetros plaguicidas en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020” no se cumple, puesto

que este fue determinado mediante sustancias químicas comunes de los productos plaguicidas cuyos valores resultaron muy por debajo de los aceptables por el estándar. Además, el impacto general sobre la calidad del agua fue determinado por la evaluación de Conesa, en un grado moderado.

VI. Conclusiones

- Se determinó el impacto en la calidad del agua y del suelo generado por el botadero del municipio Huanta, 2020; el cual resultó bajo con una puntuación de 20 (Indicador: <25) en el factor ambiental de las propiedades físicas y químicas del suelo y su uso como agrícola. En tanto que el impacto en la calidad del agua resultó moderado con una puntuación de 42 clasificado según el rango $25 \geq < 50$.
- Se determinó que el impacto ocasionado por el botadero en los metales inorgánicos del suelo, es muy bajo ya que los valores obtenidos se encontraron muy por debajo del estándar ECA, cumpliéndose con estos. Además, se obtuvo un nivel de acidez neutro para un valor de pH de 7.44.
- Se determinó un impacto negativo moderado ocasionado por el botadero sobre los parámetros físico-químicos del agua, ya que se obtuvo un cumplimiento de 67% del total de los indicadores medidos, encontrándose dos de ellos fuera del estándar ECA, estos son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) con un valor de 18.4/15 y la demanda química de oxígeno (DQO) con valor de 40/>40 (límite máximo).
- Se determinó un impacto negativo bajo en los metales inorgánicos del agua, respecto a los estándares establecidos por ECA. Sin embargo, se determinó una representación del 53% de metales inorgánicos no estandarizados en las categorías estudiadas de agua para riego y para bebida de animales. Identificándose antimonio, bismuto, cerio, fosforo, magnesio, molibdeno, plata, talio, titanio, uranio y vanadio. Resultando los más significativos el contenido de estroncio 0.30980 mg/L; calcio 60.568 mg/L; sodio 70.643 mg/L; sílice 27.206 mg/L;
- Se determinó un impacto negativo alto en los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua, dado por el indicador 1700 NMP/100 ml de Coliformes fecales (Termo-tolerantes) superior al estándar ECA 1000 NMP/100.

- Se determinó un impacto muy bajo ocasionado por el botadero sobre los parámetros orgánicos en el agua; resultando valores Bifenilos Policlorados PCBs $<0,000005$ mg/L muy por debajo del estándar ECA 0,04 para la categoría de agua de riego y 0,045 para la categoría bebida de animales.
- Se determinó un impacto negativo muy bajo de los plaguicidas en las propiedades del agua; resultando contenido de sustancias químicas como Aldrin, Endrín y Heptacloro en diferentes combinaciones, muy por debajo de los estándar ECA para las categorías de agua descritas.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda como investigación alternativa a la presente, realizar un diagnóstico del manejo de los residuos sólidos generados para tener en cuenta la naturaleza y cantidad de generación de los mismos, con el fin de determinar la generación per cápita y establecer medidas de manejo y/o tratamiento más adecuadas en función de ello.
- Se recomienda que otros investigadores, así como las autoridades municipales, tomen en cuenta los resultados de la presente investigación para la propuesta y toma de medidas correctivas y protectoras del medio ambiente en la zona de influencia del estudio.
- Por tanto, se recomienda la municipalidad ejecutar medidas correctivas y preventivas del medio ambiente a mediano plazo, para evitar la severización de los efectos actuales y mejorar el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos como, por ejemplo, el diseño y adecuación como relleno sanitario legal y estándar considerando las recomendaciones anteriores.
- Se recomienda que la municipalidad realice campañas de concientización ambiental para la población.

Referencias

- Abbasi, T., & Abbasi, S. (2012). *Water Quality Indices*. Elsevier.
- Acevedo, E., Carrasco, M., León, O., Silva, P., Castillo, G., Ahumada, I., . . . González, S. (2005). *Informe de criterios de calidad de suelo agrícola*. Santiago de Chile: Servicio Agrícola y Ganadero.
- Aguilar, M. (2019). Trabajo de investigación. *Evaluación de impactos ambientales en el sector productivo para la empresa*. Caldas, Colombia.
- Almeida, N., & Rebelo, F. (2018). Diagnosis of contaminated areas by final disposal of solid waste in the municipality of Paço do Lumiar (MA), Brazil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 23(6), 1173-1184. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018173619>
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físicos - químicos de la calidad de las aguas. *Gestión Ambiental*, 2(23), 12-19. <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Bautista, F., & Estrada, H. (1998). Conservación y manejo de los suelos. *Ciencias UNAM*, 50-55. <https://www.revistacienciasunam.com/es/109-revistas/revista-ciencias-50/915-conservacion-y-manejo-de-los-suelos.html>
- Burbano, H. (2016). La calidad y salud del suelo influyen sobre la naturaleza y la sociedad. *Tendencias*, XVIII(1), 118-126. https://www.researchgate.net/publication/313812426_La_calidad_y_salud_del_suelo_influyen_sobre_la_naturaleza_y_la_sociedad
- Calo, A., & Guerrero, F. (2019). Evaluación de la calidad del agua del río Capelo. [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20476>
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.

- Castro Aponte, L. (2016). Propuesta de modelo sostenible de gestión de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Huanta, Ayacucho- Perú. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional Mayor de San Marco*. Lima, Perú. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4837>
- Castro Rojas, D. (2016). Proceso de eliminación de desechos sólidos y su incidencia en la calidad ambiental de la zona alta de la ciudad de Esmeraldas. (*tesis de maestría*), *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Esmeraldas, Ecuador. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1813>
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 111-124. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- Cedeño, R. (s.f.). Lixiviados del relleno de residuos sólidos y sus efectos en la calidad del agua del estero Tonto Mal, cantón La Maná. Año 2013. Propuesta planta de tratamiento de lixiviados. (*tesis de maestría*), *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Quevedo, Ecuador. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4928>
- Chang, J. (2014). *Calidad de agua*. Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201%2C2%C3.pdf>
- Choramin, M., Safaei, A., Khajavi, S., Hamid, H., & Abozari, S. (2015). Analyzing and studding chemical water quality parameters and its changes on the base of Schuler, Wilcox and Piper diagrams (project: Bahamanshir River). *WALIA journal*, 31(S4), 22-27. <http://waliaj.com/wp-content/2015/Special%20Issue%204,%202015/05%202015-31-S4-pp.22-27.pdf>

- Coll, M. (2020). Construyendo materia orgánica en suelos degradados bajo clima semiárido mediante el uso de enmiendas orgánicas. [Tesis Doctoral, Universidad de Murcia. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/101951>
- Congreso de la República. (2003). *Ley Orgánica de Municipalidades. Ley 27972*. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Congreso de la República . (2005). *Ley N° 28611: Ley General del Ambiente*. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Congreso de la República . (2016). *Decreto Legislativo N° 1278: Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Congreso de la República. (2017). *Decreto Legislativo N° 1278: Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Congreso General de la República. (1997). *Ley General de Salud. Ley 26842*. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Constitución Política Del Perú. (1993).
- Cotler, H., Martínez, M., & Etchevers, J. (2016). Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación políticas públicas. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 125-138. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000100125
- Del Angel Sánchez, M. (1994). *Contribución al Estudio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)*. Monterrey, México.
- Díaz, B. (2019). Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo – 2018. (tesis de pregrado), Universidad Cesar Vallejo. Tarapoto, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31560>

- Díez, M., Simon, M., Dorronsoro, C., I, G., & Van Gestel, C. (2009). Ambient trace element background concentrations in soils and their use in risk assessment. *Science of the total environment*.
- EPA-US. (2013). *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. Environmental Protection Agency – USEPA.: <http://water.epa.gov/scitech/monitoring/rsl/bioassessment/>
- Estrada-Herrera, I., Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz Suárez, J., Navarro-Garza, H., & Etchevers-Barra, J. (2017). Indicadores de calidad del suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813-831. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813&lng=es&tlng=es.
- Fernández, L., Kulich, E., & Gutiérrez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Revista Científica de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51. <https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/408>
- Ferradas, L., & Guerra, Y. (2019). Disposición final de residuos sólidos municipales y la calidad del suelo del botadero San Idelfonso - Laredo. (tesis de pregrado), Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22442>
- Flores, J. (2013). Propuesta de índice de calidad de agua residual utilizando un modelo aritmético ponderado. *Interciencia*, 38(2), 145-149. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33926950011.pdf>
- Gutiérrez, J., Cardona, W., & Monsalve, O. (2018). Potencial en el uso de las propiedades químicas como indicadores de calidad de suelo. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2), 450-458. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.5719>
- Hernández, G. (2015). *Métodos indirectos de evaluación de impactos*. <https://prezi.com/9bqfzva5hmx/metodos-indirectos-de-evaluacion-de-impacto/>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). D.F.: McGraw-HillInteramericana.
- IISD (Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible) . (2020). *EIA – ¿Qué es? ¿Por qué? ¿Cómo?* . <https://www.iisd.org/learning/eia/es/eia-essentials/what-why-when/>
- Institut National Recherche et de Sécurité. (1985). Colección de Notas. *Les réactions chimiques dangereuses*. Francia.
- ISWA. (2015). *Wasted health the tragic case of dumpsites*. Viena: International Solid Waste Association, AT. https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Task_Forces/THE_TRAGIC_CASE_OF_DUMP_SITES.pdf
- Loné, P. (2016). *Indicadores de calidad del agua*. IAGUA: <https://www.iagua.es/blogs/pedro-pablo-lone/indicadores-calidad-agua>
- Loor, R. (2019). Evaluación de la calidad del agua del estero La Caracas, cantón El Empalme, Provincia del Guayas, año 2016. (*tesis de pregrado*), *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Quevedo, Ecuador. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3747>
- López, M. (2018). Impacto ambiental generado por el botadero de residuos sólidos en el caserío Rambran, Distrito de Chota, 2017. (*tesis de pregrado*), *Universidad Cesar Vallejo*. Chiclayo, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28163>
- Machorro-Román, A., Rosano-Ortega, G., Tavera_Cortéz, M., Flores-Trujillo, J., Maimone-Celorio, M., Martínez-Tavera, E., . . . Rodríguez-Espinosa, P. F. (2020). Sustentabilidad y evaluación del impacto ocasionado por el relleno sanitario del municipio de Carmen en Campeche, México. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 32(2), 72-92. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4760/476064168006>

- Martínez, F. (2016). *Edafología y fertilidad de los suelos*. Loja: Instituto Tecnológico Superior Juan Montalvo.
https://issuu.com/gabrielamunoz76/docs/modulo_edafologia_y_fertilidad_de_s
- Martínez, L., & Yessica, V. (2017). Evaluación de la contaminación en el suelo por plomo y cromo y planteamiento de alternativa de remediación en la represa del Muña, municipio de Sibaté-Cundinamarca. *Ingeniería Ambiental y Sanitaria - Universidad La Salle*.
- Mego, J., Pilco, J., Chavez-Ortíz, J., Leiva-Tafur, D., & Oliva, M. (2016). Impacto en la calidad del agua de la quebrada "El Atajo" ocasionado por el botadero de rondón de la ciudad de Chachapoyas, Amazonas, Perú. *Revista INDES*, 2(1), 80-87.
<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/68>
- Meléndez, V., Quintero, O., & Ramírez, N. (2013). Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá, Antioquia, Colombia. *Gestión y Ambiente*, 16(1), 97-107. <https://n9.cl/gb4l>
- Mendoza, C. (2019). Plan de minimización y manejo de residuos sólidos para una planta cementera en Piura. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura].
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4051>
- Mijangos, O., & López, J. (2013). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. *Revista Temas de Ciencia y Tecnología*, 17(50), 37-42.
http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf
- Ministerio de Agricultura; Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Centro Nacional de Investigación Quilamapu. (1999). *Agricultura de Precisión*. Chillán: Rodrigo Ortega y Luis Flores.

Ministerio de Ambiente. (2018). *Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM .Aprueban la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales*. Lima: Diario Oficial El Peruano.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). *Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal* 2019.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/migl/metas/Presentacion_Residuos_B.pdf

Ministerio de Salud. (2010). *Estándares de calidad ambiental de agua*.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf

Ministerio del Ambiente . (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo*. Lima: Diario Oficial El Peruano.

Ministerio del Ambiente . (2017b). *Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua*. Lima: Diario Oficial El Peruano.

Ministerio del Ambiente. (2009). *Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM Política Nacional del Ambiente*. Lima: Diario Oficial El Peruano.

Moreno, C., González, M., & Egido, J. (2015). Influencia del manejo sobre la calidad del suelo. *Revista Científica Ecuador es Calidad*, 2(1).
doi:<https://doi.org/10.36331/revista.v2i1.8>

Moreno, D., & Viancha, L. (2019). Identificación de alternativas de aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Tauramena Casanare. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28257>

- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación: cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la Universidad de Bogotá.
- Oldenhage, F. (2016). Propuesta de un programa de gestión para mejorar el manejo de los residuos sólidos en el distrito de San Juan de Miraflores con respecto al ambiente, el servicio de recojo y el comportamiento de la población. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5049>
- OMS. (2004). *Guías para la calidad del agua*. Organización Mundial de la Salud: Agua, saneamiento y salud (ASS):
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3sp.pdf
- ONU. (1992). *Programa 21: Capítulo 21 Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales*.
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>
- ONU. (2018). *Un tercio de los residuos de América Latina y el Caribe termina en basurales o en el medio ambiente*. ONU programa para el medio ambiente:
<https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/un-tercio-de-los-residuos-de-america-latina-y-el-caribe>
- Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., & Orizano, L. (2015). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Pedraza, E., Herera, F., Díaz, D., Gaona, P., Montenegro, C., & Castro, M. (2016). Variables más influyentes en la calidad del agua del río Bogotá mediante análisis de datos. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 7(2), 32-39.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517754054005>

- Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, 22(2), 283-312. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001&lng=es&tlng=es
- Pérez, R. (2017). Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales del botadero San José - Andahuayla, Apurímac. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4173>
- Pesce, S., & Wunderlin, D. (2000). Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquía River. *Water Research*, 34(11), 2915-2926. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135400000361>
- Pumachapi, A., & Canazas, E. (2012). Escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en la cuenca de Pomacanchi, Acomayo—Cusco. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. Cusco, Perú. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1103>
- Quispe, C., & Silvestre, N. (2019). Nivel de concentración de metales pesados en relación a los estándares de calidad ambiental (ECA-suelo), en el suelo del área de influencia directa del botadero de Pampachacra, Distrito, Provincia y Departamento de Huancavelica. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional de Huancavelica*. Huancavelica, Perú. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3075>
- Rentería, J., & Zevallos, M. (2014). Propuesta de mejora para la gestión estratégica del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos. (*tesis de pregrado*), *Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima, Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6285>

- Rock, C., & Rivera, B. (2014). *La calidad del agua, E. Coli y su salud*. College of Agriculture and life Sciences: <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
- Rodríguez, J., Rioja, E., Reyes, F., & Zamora, P. (2017). Calidad de suelos para la agricultura en los distritos de Luya Viejo, Conila, Cohechan, San Cristóbal del Olto de la provincia de Luya. *Tzhoecoen*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.26495/rtzh179.222620>
- Rojas, M. (2016). Evaluación de la calidad físico química de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani – Puno. (*tesis de maestría*), *Universidad Nacional del Altiplano*. Puno, Perú. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6342>
- Rojas, R., & Medina, J. (2019). Impactos del botadero de residuos sólidos de la ciudad de Guadalupe, en la calidad ambiental del área de influencia. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional de Trujillo*. Trujillo, Perú. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13250>
- Rouse, M. (2018). *Conceptos relacionados con la gestión de datos*. <https://www.evaluandoerp.com/conceptos-relacionados-la-gestion-datos/>
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172-181. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019&lng=en&tlng=es
- Sánchez, D. (2016). *Calidad del agua y su control*. Escuela de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha: http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11_Calidad-agua-y-control_v2015_resumen.pdf

- Tartabull, T., & Betancourt, C. (2016). La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(1), 47-61. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/ras>
- Trujillo-González, J., Mahecha-Pulido, J., Torres-Mora, M., Brevik, E., Keesstra, S., & Jiménez-Ballesta, R. (2017). Impact of potentially contaminated river water on agricultural irrigated soils in an equatorial climate. *Agriculture*, 7(7), 52-63. doi:<https://doi.org/10.3390/agriculture7070052>
- Valdivielso, A. (2016). *¿Qué es el agua?* IAGUA: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>
- Vega, Y. (2019). Diagnóstico de las propiedades fisicoquímicas en suelos usados para la disposición de residuos sólidos urbanos en el lote camellón de las camelias en el municipio de San Martín, Meta. (tesis de pregrado), Universidad Santo Tomás. Villavicencio, Colombia. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/18424>
- Velásquez, O. (2019). Evaluación del impacto ambiental de los residuos sólidos generados en el cementerio del distrito de Paucarcolla. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13513>
- Waste Atlas. (2014). *The world's 50 Biggest Dumpsites. 2014 report*. <http://www.d-waste.com/Atlasreport2014/Waste-Atlas-report-2014-webEdition.pdf>
- Zornoza, R., Acosta, J., Bastida, F. D., Toledo, D., & Faz, A. (2015). Identification of sensitive indicators to assess the interrelationship between soil quality, management practices and human health. *sOIL*, 1(1), 173-185. doi:<https://doi.org/10.5194/soil-1-173-2015>

Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

Impacto en la calidad del suelo y agua ocasionado por el botadero municipal del distrito Huanta, 2020								
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	MARCO CONCEPTUAL	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES ECA	ESCALA
GENERAL	GENERAL	GENERAL						
¿Cuál es el impacto ocasionado en la calidad del suelo y agua por parte del botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?	Evaluar el impacto ocasionado en la calidad del suelo y agua por parte del botadero municipal del distrito de Huanta, 2020	Existe un alto impacto en la calidad del suelo y agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta	VARIABLE 1 BOTADERO	Los botaderos son aquellos lugares en donde es depositada de forma ilegal cualquier tipo de residuo que propician un impacto negativo y son causantes de focos de infección a gran escala para la salud de las personas y el medio ambiente. Poseen residuos de la gestión municipal, así como los de la gestión no municipal OEFA, 2014).	En el botadero municipal se realizará el análisis de los componentes suelo y agua para determinar la existencia de un impacto significativo.	RESIDUOS SOLIDOS SEGÚN SU TIPO	Orgánicos	Ton/día
							Inorgánicos	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	VARIABLE 2 CALIDAD DEL SUELO	Es la capacidad que tiene el suelo para el funcionamiento enmarcado dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado; para el sostenimiento de la productividad de las plantas y de los animales; para el mantenimiento y/o mejora de la calidad del agua y del aire; y para la sostenibilidad de salud de los seres humanos y del hábitat. Para ello, se deberá contar con una serie de variables e indicadores que permitan determinar los cambios o tendencias que se produzcan en el suelo. (Karlen et al., como se citó en Estrada-Herrera et al. 2017; Larson y Pierce; Doran y Parkin; Seybold et al., como se citó en Rodríguez et al. 2017).	Para efectos de la calidad del suelo se analizarán los diferentes parámetros a partir de lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM.	RESIDUOS SOLIDOS SEGÚN SU ORIGEN	Domiciliario	Ton/día
							Comercial	
¿Cuál es el impacto de los metales inorgánicos en el suelo ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?	Determinar el impacto de los metales inorgánicos en el suelo ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020	Existe un alto impacto de los metales inorgánicos en el suelo ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.	VARIABLE 2 CALIDAD DEL SUELO	Es la capacidad que tiene el suelo para el funcionamiento enmarcado dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado; para el sostenimiento de la productividad de las plantas y de los animales; para el mantenimiento y/o mejora de la calidad del agua y del aire; y para la sostenibilidad de salud de los seres humanos y del hábitat. Para ello, se deberá contar con una serie de variables e indicadores que permitan determinar los cambios o tendencias que se produzcan en el suelo. (Karlen et al., como se citó en Estrada-Herrera et al. 2017; Larson y Pierce; Doran y Parkin; Seybold et al., como se citó en Rodríguez et al. 2017).	Para efectos de la calidad del suelo se analizarán los diferentes parámetros a partir de lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM.	METALES INORGÁNICOS	Cianuro Libre	mg/kg PS
							Cromo VI	
							Mercurio	
							Bifenilos policlorados - PCB	
							Tricloroetileno	
							Arsénico	
							Bario Total	
							Cadmio	
	Cromo Total							
	Plomo							

¿Cuál es el impacto de los parámetros físico-químicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?	Determinar el impacto de los parámetros físico-químicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020	Existe un alto impacto de los parámetros físico-químicos del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.	<p style="text-align: center;">VARIABLE 3 CALIDAD DEL AGUA</p>	<p>La calidad del agua tiene relación directa con las características químicas, físicas y biológicas del agua, siendo considerada una medida de su condición en relación con el impacto en una o más especies acuáticas y en los seres humanos, bien sea para consumo o empleo recreativo. Los estándares mayormente utilizados se orientan a la evaluación de la calidad del agua respecto a la salud de los ecosistemas, la seguridad del contacto humano y el agua potable (Rock y Rivera, 2014).</p>	<p>Para efectos de la calidad del agua se analizarán los diferentes parámetros a partir de lo establecido en el D.S N° 004-2017-MINAM.</p>	<p>FÍSICO - QUÍMICO</p>	Aceites y Grasas	mg/L	
¿Cuál es el impacto de los metales inorgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?	Determinar el impacto de los metales inorgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020	Existe un alto impacto de los metales inorgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.					<p>METALES INORGÁNICOS</p>	Aluminio	mg/L
								Arsénico	
								Bario	
								Berilio	
Boro									
Cadmio									
Cobalto									
Cobre									
Cromo Total									
Hierro									
Litio									
Magnesio									
Manganeso									
Molibdeno									
Níquel									
Plomo									
Selenio									
¿Cuál es el impacto de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?	Determinar el impacto de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020	Existe un alto impacto de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.	<p>ORGÁNICOS</p>	Coliformes fecales	NMP/100 ml				
¿Cuál es el impacto de los parámetros orgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?	Determinar el impacto de los parámetros orgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020	Existe un alto impacto de los parámetros orgánicos en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.		PCBs	mg/L				
¿Cuál es el impacto de los plaguicidas en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020?	Determinar el impacto de los plaguicidas en el agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020	Existe un alto impacto en los parámetros plaguicidas del agua ocasionado por el botadero municipal del distrito de Huanta, 2020.		<p>PLAGUICIDAS</p>	Aldrin	mg/L			
					Endrín				
Heptacloro y Heptacloro									

Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo 2: Ficha de observación Ensayos Monitoreo Ambiental

Estación de Monitoreo:				
PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	ECA - SUELO	
			USOS DE SUELO	
			SUELO AGRÍCOLA	CONDICIÓN
Cianuro Libre	mg/kg PS		0,9	
Cromo VI	mg/kg PS		0,4	
Mercurio	mg/kg PS		6,6	
Bifenilos policlorados - PCB	mg/kg PS		0,5	
Tricloroetileno	mg/kg PS		0,01	
Arsénico	mg/kg PS		50	
Bario Total	mg/kg PS		750	
Cadmio	mg/kg PS		1,4	
Plomo	mg/kg PS		70	

Estación de Monitoreo:					
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	ECA – AGUA		CONDICIÓN
			RIEGO DE VEGETALES	BEBIDA DE ANIMALES	
FÍSICO - QUÍMICO					
Aceites y Grasas	mg/L		5	10	
Conductividad	µS/cm		2 500	5 000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L		15	15	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40	
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	
Sulfatos	mg/L		1000	1000	
METALES INORGÁNICOS					
Aluminio	mg/L		5	5	
Arsénico	mg/L		0,1	0,2	
Bario	mg/L		0,7	**	
Berilio	mg/L		0,1	0,1	
Boro	mg/L		1	5	
Cadmio	mg/L		0,01	0,05	
Cobalto	mg/L		0,05	1	
Cobre	mg/L		0,2	0,5	
Cromo Total	mg/L		0,1	1	
Hierro	mg/L		5	**	
Litio	mg/L		2,5	2,5	
Magnesio	mg/L		**	250	
Manganeso	mg/L		0,2	0,2	
Níquel	mg/L		0,2	1	
Plomo	mg/L		0.05	0.05	
Selenio	mg/L		0,02	0,05	

Zinc	mg/L		2	24	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO					
Coliformes fecales (Termotolerantes)	NMP/100 ml		1000	1000	
ORGÁNICOS					
Bifenilos Policlorados PCBs	mg/L		0.04	0.45	
PLAGUICIDAS					
Aldrin	mg/L		0.004	0.07	
Endrín	mg/L		0.004	0.2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	mg/L		0.01	0.03	

Anexo 3: Ficha de evaluación del impacto ambiental de la matriz Conesa

Método directo: Matriz de Conasa simplificada - Evaluación del Impacto Ambiental															
Factores	Componentes	Factor ambiental	Acciones consideradas	N	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
Abióticos	Suelo	Contaminación (calidad)	Afectación de propiedades físicas y químicas												
			Uso del suelo												
	Agua	Calidad	Agua superficial												

N: Naturaleza	MO: Momento	Importancia (I):	Algoritmo para el cálculo de I
IN: Intensidad	PE: Persistencia	<25	$I = 3IN + 2EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR$
EX: Extensión	RV: Reversibilidad	25 ≥ < 50	
SI: Sinergia	PR: Periodicidad	50 ≥ < 75	
AC: Acumulación	MC: Recuperabilidad	≥ < 75	
EF: Efecto	I: Importancia	(+)	
			N= (-): Perjudicial (+): Beneficioso

CRITERIO/RANGO	CALIF.	CRITERIO/RANGO	CALIF.	CRITERIO/RANGO	CALIF.	CRITERIO/RANGO	CALIF.
NATURALEZA		INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Impacto benéfico	+	Baja	1	Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Impacto perjudicial	-	Media	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4
		Alta	4	Muy sinérgico	4		
		Muy alta	8				
		Total	12				
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)		EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Puntual	1	Largo plazo	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico o discontinuo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2	Directo	4	Periódico	2
Extensa	4	Inmediato	4			Continuo	4
Total	8	Crítico	(+4)				
Crítica	(+4)						
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA (I)	
Fugaz	1	Corto plazo	1	Recuperable inmediato	1	$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Temporal	2	Medio plazo	2	Recuperable a medio plazo	2		
Permanente	4	Irreversible	4	Mitigable o compensable	4		
				Irrecuperable	8		

Anexo 4. Acreditación del Laboratorio

Certificado



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

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

Prolongación Zarumilla, Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019

Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación
N°025-16/INACAL-DA
Registro N° : LE-096

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

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

DE-LAB-56
DNC-Fuera del alcance de actualización

Anexo 5. Certificado de los ensayos de calidad



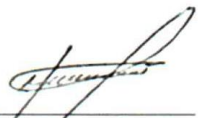
INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8777

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: FRANCK JEYSSON QUINTERO URBAY
2.-DIRECCIÓN	: BOTADERO MUNICIPAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - HUANTA - HUANTA - AYACUCHO
3.-PROYECTO	: MONITOREO AMBIENTAL DE CALIDAD DEL AGUA, PARA EL PROYECTO DE TESIS, TITULADO "IMPACTO EN LA CALIDAD DEL SUELO Y AGUA OCASIONADO POR EL BOTADERO MUNICIPAL DEL DISTRITO HUANTA, 2020"
4.-PROCEDENCIA	: HUANTA - HUANTA - AYACUCHO
5.-SOLICITANTE	: FRANCK JEYSSON QUINTERO URBAY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-2967
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: INGENIERIA EN HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTION INTEGRAL S.A.C.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-01-18

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2020-12-27
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-12-27 al 2021-01-18


 Marco Valencia Huerta
 Ingeniero Químico
 N° CIP 152207

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8777

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Aniones ²	MVAL-LAB-36 (Validado fuera del Alcance)	EPA METHOD 300.0 REV.2.1, 1993, Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography (Validado fuera del Alcance)
Bifenilos Policlorados PCBs (Como Arocloros) ²	EPA Method 8082 A 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Conductividad ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Mercurio ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23 rd Ed. 2017	Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method
Metales Totales ²	EPA Method 200.7 Rev.4.4 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Pesticidas Organoclorados ²	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS)
pH ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

^(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8783

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Bifenilos Policlorados PCBs (como congéneres) ²	EPA Method 8082 A 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
Cianuro Libre ⁽¹⁾	EPA Method 9013A-Rev.2 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ F, 23 rd Ed.	Cyanide extraction procedure for solids and oils / Cyanide - Selective Electrode Method
Compuestos Organicos Volatiles (COVs) ²	EPA Method 8260 D Rev. 04 2017	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry(GC/MS)
Cromo Hexavalente ⁽¹⁾	EPA Method 3060 Rev.1 / EPA Method 7196 Rev.1	Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / Chromium, Hexavalent (Colorimetric)
Mercurio ⁽¹⁾	EPA Method 7471 B Rev.2 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
Metales Totales ²	EPA Method 3050B - Rev.2 / EPA Method 200.7 - Rev. 4.4	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Potencial de hidrógeno ⁽¹⁾	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4	Soil and waste pH

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

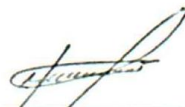
INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8783

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: FRANCK JEYSSON QUINTERO URBAY
2.-DIRECCIÓN	: BOTADERO MUNICIPAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - HUANTA - HUANTA - AYACUCHO
3.-PROYECTO	: MONITOREO AMBIENTAL DE CALIDAD DEL SUELO, PARA EL PROYECTO DE TESIS, TITULADO "IMPACTO EN LA CALIDAD DEL SUELO Y AGUA OCASIONADO POR EL BOTADERO MUNICIPAL DEL DISTRITO HUANTA, 2020"
4.-PROCEDENCIA	: HUANTA - HUANTA - AYACUCHO
5.-SOLICITANTE	: FRANCK JEYSSON QUINTERO URBAY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-2967
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: INGENIERIA EN HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN INTEGRAL S.A.C.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-01-18

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Suelos
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2020-12-29
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-12-29 al 2021-01-18



Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
N° CIP 152207

Anexo 6. Memoria fotográfica**Estaciones de muestreo - Suelo**

Suelo Compuesto – Estación de monitoreo Agua