

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

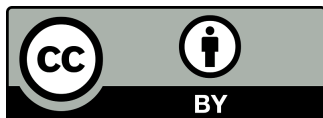
**Evaluación de la calidad del agua en el área de influencia
del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado
de Pampachacra, distrito de Huancavelica-2021**

Belinda Mulato Pari

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Mg. Edwin Natividad Gabriel Campos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y la salud; y a mi familia por haber forjado mi camino y haberme dirigido por el sendero correcto para, de esta manera, cumplir uno de mis sueños: “El principio de la sabiduría es el temor de Jehová; los insensatos desprecian la sabiduría y la enseñanza”.

A mi madre Lourdes, por darme la vida, enseñarme a ser guerrera en cada adversidad de la vida; y a mis hermanos, por brindarme su apoyo, ser ejemplo e impulsarme a desarrollar mis metas.

A la Dirección Regional de Salud-Huancavelica, Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental y a todo su staff profesional por el apoyo incondicional durante el análisis de las muestras de agua.

A mi asesor Edwin Natividad Gabriel Campos por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico, en primer lugar, a Dios y, en segundo lugar, a mi madre por haberme apoyado, ser un modelo de vida y por el esfuerzo incondicional en mi formación personal y profesional.

ÍNDICE

PORTADA

ASESOR

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I..... 13

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 13

1.1.1 Planteamiento del problema..... 13

1.1.2 Formulación del problema 16

1.2 OBJETIVO..... 16

1.2.1 Objetivo general..... 16

1.2.2 Objetivos específicos 16

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 16

1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE..... 17

1.4.1 Hipótesis 17

□ Hi: LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL EX BOTADERO DE PAMPACHACRA SUPERA LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA (ECA); POR LO TANTO; EXISTE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS. 17

□ Ho: LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL EX BOTADERO DE PAMPACHACRA NO SUPERA LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA (ECA); POR LO TANTO; NO EXISTE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS. 17

□ Ha: LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL EX BOTADERO DE PAMPACHACRA SUPERA LOS DISTINTOS NIVELES DE ESTÁNDAR DE CALIDAD DE AGUA EN DIFERENTES PUNTOS; POR LO TANTO, EXISTE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN DIFERENTES PUNTOS Y PARÁMETROS. 17

1.4.2 Descripción de variable..... 18

CAPÍTULO II 19

MARCO TEÓRICO 19

1.5 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA 19

1.6 BASES TEÓRICAS.....	24
1.6.1 Calidad de agua.....	24
1.6.2 Estándar de calidad de agua (ECA)	26
1.6.3 Categorías de estándar de calidad de agua.....	31
1.6.4 Contaminación del agua.....	32
1.6.5 Botaderos de residuos sólidos	37
1.6.6 Impactos ambientales causados por los botaderos.....	38
1.7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	40
CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA.....	43
1.8 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	43
1.8.1 Método de investigación.....	43
1.8.2 Alcance de la investigación	43
1.9 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
1.10 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
1.10.1 Población.....	45
1.10.2 Muestra	45
1.11 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	46
1.11.1 Técnica de recolección de datos	46
1.11.2 Instrumentos de recolección de datos	49
CAPÍTULO IV	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
1.12 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	51
1.12.1 Parámetros fisicoquímicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra	51
1.12.2 Parámetros microbiológicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra	55
1.12.3 Calidad de agua de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra	60
1.13 PRUEBAS DE HIPÓTESIS	71
1.14 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	72
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Descripción de variables.....	18
TABLA 2: Coordenadas y altitud de las estaciones de muestreo.	46
TABLA 3: Resultados de los parámetros fisicoquímicos en P-1.....	51
TABLA 4: Resultados de los parámetros fisicoquímicos P-2.....	52
TABLA 5: Resultados de parámetros fisicoquímico P-3.....	53
TABLA 6: Resultados de parámetros fisicoquímicos P-4.	54
TABLA 7: Resultados microbiológicos P-1.	55
TABLA 8: Resultados microbiológicos P-2.	57
TABLA 9: Resultados microbiológicos P-3.	58
TABLA 10: Resultados microbiológicos P-4.	59
TABLA 11: Parámetros de altas y bajas concentraciones.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Mapa de ubicación de Huancavelica.....	44
FIGURA 2: Mapa de ubicación del ex botadero de Pampachacra para el muestreo de agua.....	46
FIGURA 3: Turbiedad y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.	61
FIGURA 4: pH y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.	61
FIGURA 5: Conductividad y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.	63
FIGURA 6: Color y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.	64
FIGURA 7: Temperatura y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.	65
FIGURA 8: Cloruro y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.....	65
FIGURA 9: Sulfatos y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.....	66
FIGURA 10: Dureza total y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.	67
FIGURA 11: Nitratos y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.	68
FIGURA 12: Coliformes fecales y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.....	69
FIGURA 13: Coliformes totales y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.....	70
FIGURA 14: ECAs-Categoría 1-poblacion y recreacional.	88
FIGURA 15: ECAs-Categoría 1: Población y Recreacional-Microbiológicos y Parasitológico.	88
FIGURA 16: Sub Categoría B:Aguas superficiales destinadas para recreación.	88
FIGURA 17: Categoría 3:Riego de vegetales y bebida de animales.	88
FIGURA 18: Categoría 3-Microbiológico y Parasitológico.....	88
FIGURA 19: Informe de ensayo fisicoquímica P1.....	88
FIGURA 20: Informe de ensayo fisicoquímico P2.	88
FIGURA 21: Informe de ensayo fisicoquímico P3.	88
FIGURA 22: Informe de ensayo fisicoquímico P4.	88
FIGURA 23: Informe de ensayo microbiológico.	88
FIGURA 24: Formato de registro de datos de campo.	88
FIGURA 25: Cadena de custodia.	88
FIGURA 26: Formato de identificación del punto de monitoreo.	88
FIGURA 27: Etiqueta para muestra.....	88
FIGURA 28: Certificado de Calibración de Medidor de Conductividad.	88
FIGURA 29: Certificado de Calibración de Medidor de pH.	88
FIGURA 30: Certificado de Calibración del Medidor de Turbiedad.	88
FIGURA 31: Ubicación de punto de muestreo.....	88
FIGURA 32: Toma de muestra microbiológico.	88
FIGURA 33: Toma de muestra fisicoquímico.....	88
FIGURA 34: Toma de muestra fisicoquímico.....	88
FIGURA 35: Toma de muestra microbiológico.	88
FIGURA 36: Ubicación del punto 3.	88
FIGURA 37: Toma de muestra fisicoquímico.....	88
FIGURA 38: Toma de muestra microbiológico.	88
FIGURA 39: Ubicación de punto 4.	88
FIGURA 40: Toma de muestra fisicoquímico.....	88
FIGURA 41: Toma de muestra microbiológico.	88
FIGURA 42: Entrega al laboratorio de las muestras fisicoquímicas de los cuatro puntos.....	88
FIGURA 43: Análisis en el laboratorio de las muestras recolectadas.....	88

RESUMEN

Este estudio buscó analizar la calidad del agua en el área de influencia por el ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra. Para dicho fin, se usó el nivel descriptivo con enfoque cuantitativo y un diseño de investigación no experimental. Asimismo, los resultados obtenidos fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D. S. N° 004-2017-MINAM). La investigación se desarrolló durante la época lluviosa y se evaluaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como turbiedad, pH, conductividad, temperatura, color, cloruro, sulfato, dureza total, nitratos, coliformes fecales y coliformes totales en cuatro puntos de muestreo.

Se obtuvieron los siguientes resultados: En 1:A-A1, los parámetros que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para Agua son, en primer lugar, la turbiedad, con valor de 18.5; pH, con valor de 9.31; color, con valor de 332. En el segundo punto, pH con valor de 8.78, y color con valor de 63. En el tercer punto, turbiedad con valor de 6.69, color con valor de 219, dureza total con valor de 208 mg/L y coliformes totales con valor de 23000 NMP/100ml. En cuarto punto, turbiedad con valor de 28.7, color con valor de 172; sin embargo, para las categorías 1:A-A2, A3-B-B1, B2, categoría 3:D-D1, D2 los parámetros se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (D. S. N° 004-2017-MINAM).

Se concluye que existe contaminación del agua en el ex botadero de Pampachacra, pues esta sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Agua tanto en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, por lo que no es apta para consumo humano.

Palabras clave: Calidad de agua, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico, residuos sólidos

ABSTRACT

This study sought to analyze the quality of the water in the area of influence of the former solid waste dump in the town of Pampachacra. For this purpose, the descriptive level was used with a quantitative approach and a non-experimental research design. Likewise, the results obtained were compared with the Environmental Quality Standards for Water (D. S. N° 004-2017-MINAM). The research was carried out during the rainy season and physicochemical and microbiological parameters such as turbidity, pH, conductivity, temperature, color, chloride, sulfate, total hardness, nitrates, fecal coliforms, and total coliforms were evaluated at four sampling points.

The following results were obtained: In 1: A-A1, the parameters that exceed the Environmental Quality Standards for Water are, first, turbidity, with a value of 18.5; pH, with a value of 9.31; color, with a value of 332. In the second point, pH with a value of 8.78, and color with a value of 63. In the third point, turbidity with a value of 6.69, color with a value of 219, total hardness with a value of 208 mg/ L and total coliforms with a value of 23,000 NMP/100ml. In the fourth point, turbidity with a value of 28.7, color with a value of 172; however, for categories 1: A-A2, A3-B-B1, B2, category 3:D-D1, D2, the parameters are within the Environmental Quality Standards (Supreme Decree No. 004-2017-MINAM).

It is concluded that there is water contamination in the former Pampachacra dump, since it exceeds the Environmental Quality Standards for Water in both physicochemical and microbiological parameters, so it is not suitable for human consumption.

Keywords: Water quality, physicochemical analysis, microbiological analysis, solid waste

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento vital más importante que puede existir mundialmente; de hecho, el 71% de nuestro planeta es agua y solo el 9,5% de los recursos hídricos es agua salada. Su volumen total es de, aproximadamente, 1 400 millones de Km³, de los cuales solo el 2,5% corresponde agua dulce. La mayor parte de esta última (68,7%) se presenta en forma de hielos perennes o nieves ternas en la región Antártida y en Groenlandia (1).

En ese marco, uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú es su disposición final. Es común observar que las ciudades, aunque manejen un sistema de recolección de residuos sólidos, arrojan sus residuos en los ríos, mares, quebradas y espacios públicos en general. No obstante, la práctica de expulsar los desechos en lugares abiertos, comúnmente denominados botaderos, es altamente nociva para el ambiente, ya que contaminan las aguas superficiales y subterráneas, el suelo y el aire. Esto sucede porque, al ser vertidos sin control alguno, no se compactan ni se realiza ningún tipo de sellado, lo que produce gases y líquidos contaminantes. Asimismo, generan olores desagradables y es foco de proliferación de insectos, moscas y roedores que transmiten enfermedades, lo que pone en grave riesgo la salud de los pobladores.

La problemática ambiental que sucede el departamento de Huancavelica se deriva de la situación antes descrita. La mayor parte de la contaminación se genera porque se desechan residuos sólidos a los ríos, se vierten aguas servidas al principal río de la ciudad y afluentes, y se usan constantemente herbicidas y productos químicos dañinos en la agricultura. Estos factores alteran la cantidad y calidad de agua en los ríos, con consecuencias en la salud y en los aspectos de la vida de los pobladores.

En términos de estadísticas, la generación de residuos sólidos en la ciudad de Huancavelica corresponde a, aproximadamente, 26,45 toneladas. Estos tienen como destino final el Km. 13 del centro poblado de Pampachacra (botadero), donde los residuos sólidos son depositados de manera arbitraria. Si bien la Municipalidad ha intervenido, su mediación no se ha llevado a cabo de la mejor manera, lo que ha originado serios problemas ambientales que han puesto en riesgo la capa freática, humedales ubicados alrededor del botadero y deterioro grave de la calidad superficial y subterránea del agua.

Es por ello que el presente trabajo pretende investigar la calidad del agua en la actualidad. De esta manera, se busca analizar el estado actual de este líquido, examinar si el ex botadero aún perjudica a las aguas y, finalmente, examinar algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en función de la normativa D. S. N° 004-2017 del Ministerio del Ambiente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Las aguas contaminadas presentan diversos tipos de sustancias tóxicas químicas, que modifican sus propiedades físicas y químicas, lo que la convierte en un líquido insalubre, que perjudica el desarrollo de la vida en determinados ecosistemas. Esto a su vez provoca la inutilidad de recursos relacionados con la agricultura, la ganadería o la pesca. (2). Este problema ha desembocado en una crisis ambiental sin precedentes, que se ha agravado por las grandes sequías, la escasez de agua dulce en el mundo o desastres naturales como las inundaciones y tormentas. A todo esto, se le debe agregar el deficiente manejo de las aguas residuales y de los residuos sólidos arrojados al mar, la poca inversión en infraestructura, las erróneas distribuciones del agua y el aumento considerable de la población mundial (3).

De las situaciones antes descritas, la administración deficiente de los botaderos municipales es la que genera un mayor impacto ambiental, y está estrechamente relacionada con la contaminación del mar y del suelo. Este asunto es complicado para muchos países o regiones que no cuentan con infraestructura adecuada para tratar sus residuos sólidos. Incluso, considerando los avances tecnológicos y de infraestructura a nivel mundial, debemos tener en cuenta que, actualmente, existen 50 botaderos de un tamaño de 2 175 hectáreas que albergan entre 258 y 368 millones de metros cúbicos de basura, y crecen a un ritmo de 21,5 millones toneladas anuales. El radio de influencia de estos es de una distancia de hasta 10 kilómetros. En ese sentido, cabe mencionar que 44 de estos botaderos cuentan con ricos ecosistemas dentro de su radio de acción, lo que significa que son perjudicados por estos desechos. En particular, 24 de estos vertederos cuentan con residuos tóxicos y 7 poseen basura tecnológica, llamada también Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos-RAEE. Estos espacios están ubicados alrededor del mundo. Por ejemplo, el continente africano posee 18 botaderos; Asia, 17; América Latina y el Caribe, 13; y, finalmente en Europa, específicamente Ucrania y Serbia, cuenta con 2 botaderos (4).

No obstante, la existencia de estos vertederos resulta perjudicial para la vida de más de 64 millones de personas. Esta subsistencia se genera porque las instancias municipales no cuentan con un adecuado sistema de gestión de residuos. En ese sentido, los desechos municipales se convierten en un potencial problema para el medio ambiente y la salud de las personas (5). Si a esto se le agrega que los residuos sólidos municipales aumentan anualmente a un ritmo de 2 010 millones toneladas; que, por lo menos, el 35% no llega a recibir un tratamiento adecuado; y que se estima que, en un plazo no mayor a 30 años, se habrá incrementado la producción de desechos en un 70%, el hecho resulta preocupante. Por ejemplo, actualmente, solo en América Latina, se genera un kilo de basura por persona diariamente; de esta cantidad, sólo el 4,5% llega a ser tratada, mientras que el 93,5% se aloja en lagos, lagunas, playas, océanos, ríos y sobre todo en botaderos descontrolados (6). Asimismo, según lo observado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2018), actualmente, el Perú posee 1 585 botaderos a nivel nacional. Del total, tan sólo 27 corresponden a espacios que pueden ser transformados en infraestructura mínima para el tratamiento de residuos sólidos de forma adecuada. Ancash es la región que alberga la mayor cantidad de estos botaderos, con un total de 149. Le siguen muy de cerca la región de Cajamarca con 123 botaderos y Puno con 111 vertederos. Además, Lambayeque posee hasta 438 hectáreas afectadas por botaderos; Ica, 276 hectáreas y Piura alcanza 120 hectáreas de vertederos (7). Asimismo, solo en Lima y en Callao, se encuentran 51 puntos de botaderos de residuos sólidos (Lurigancho-Chosica (13 botaderos), Ventanilla (8 botaders) y Callao (3botaderos)) (8).

Estos botaderos acaban, frecuentemente, en diversos cuerpos de agua; por ese motivo, la contaminación de las reservas acuíferas es, actualmente, uno de los problemas más preocupantes en el Perú. En ese marco, existen muchos ríos contaminados a causa de los residuos sólidos, aguas servidas, productos químicos y relaves mineros. Como consecuencia de ello, gran parte de los recursos hídricos son contaminados y por ello que las poblaciones carecen de agua para su consumo (9).

Tres de los principales ríos que han sufrido estos efectos son el Rímac, Chillón y Mantaro. Los estudiosos han identificado 60 puntos utilizados como botaderos de desechos sólidos,

por descarga de aguas servidas y, especialmente, por los relaves mineros que son descargados ríos abajo y ríos arriba (8). Por este motivo, en el 2008, en el Perú, se implementaron las normativas de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D. S. N° 004-2017-MINAM). Estos lineamientos fueron aprobados por el Ministerio del Ambiente mediante el Decreto Supremo (10). Su aprobación tuvo como objetivo identificar el nivel de concentración y los parámetros bioquímicos que se encontraban en el agua, hecho que prioriza a este elemento como eje central de los ecosistemas acuáticos, y por ende, de la salud pública. En este marco, los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) se constituyen como instrumentos de gestión ambiental para controlar las políticas ambientales con el fin de disminuir la contaminación de los recursos hídricos. Sin embargo, tras trece años de haberse implementado dentro del sistema jurídico nacional, la lista de ríos y lagos contaminados sigue en aumento. Cabe mencionar que los niveles de contaminación de estos lugares son altos, lo que impide desarrollar actividades sobre sus aguas (11).

El distrito de Huancavelica no es ajeno a este problema. En esta zona, la contaminación del agua provoca la destrucción de su ecosistema e impide acceder a este recurso natural que es de suma importancia para la región. Sin embargo, no se puede obviar que son los ciudadanos del área e instituciones locales, como colegios, restaurantes, centros comerciales, hospitales y ferias dominicales, quienes vierten residuos orgánicos e inorgánicos en el efluente. En este distrito, se encuentra el río Ichu, cuyo nivel de contaminación de los últimos cinco años corresponde al 57% (12). Esto se debe, fundamentalmente, porque el botadero de la ciudad, Pampachacra, (el relleno sanitario de la región no está en funcionamiento) ubicado al kilómetro 13, desemboca en este río. Este hecho ha generado diversos problemas ambientales, principalmente, la contaminación de las reservas acuíferas producto de las infiltraciones de los lixiviados hacia la capa freática. A este se le suma el mal olor emanando por un ex botadero, que más allá de la carencia de gestión de desechos sólidos tuvo una mala ubicación, pues contaba con fuentes hídricas a su alrededor y ojonales (bofedales) que alimentaban a los ríos adyacentes.

En este marco, se prevé que la contaminación producto de estos botaderos se incrementará con el pasar del tiempo, mientras no se implemente la infraestructura necesaria para su

tratamiento, a pesar de que la Municipalidad Provincial de Huancavelica (MPH) limpie los desechos sólidos de la ribera del río Ichu a un ritmo de 3 a 5 toneladas mensuales.

1.1.2 Formulación del problema

En la presente investigación, se formula la siguiente pregunta general: ¿Cómo es la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra?

Para ello, se formulan además las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cuál es la calidad fisicoquímica del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra?
- ¿Cuál es la calidad microbiológica del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra?

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo general

Analizar la calidad del agua en el área de influencia por el ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra
- Determinar parámetros microbiológicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra

1.3 Justificación e importancia

Como se ha señalado, gran parte de la contaminación del agua del distrito de Huancavelica tiene su origen los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos (principalmente del centro poblado de Pampachacra) y las aguas residuales que son vertidas directamente al cuerpo hídrico. Estos hechos pueden desequilibrar la calidad organoléptica del agua. En ese sentido, el presente estudio busca analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para determinar si estos sobrepasan los estándares de calidad del agua (Estándar de Calidad Ambiental para Agua, D. S. N° 004-2017-MINAM). Este análisis permitirá, en primer lugar, mejorar la calidad de las fuentes hídricas del centro poblado de Pampachacra a través

de la disminución de los residuos sólidos que son vertidos; de esta manera, se espera reducir significativamente la contaminación. Tras ello, se pretende incrementar de manera significativa el uso de los recursos hídricos por la población para sus distintas actividades, asegurando a su vez un abastecimiento pleno y la sostenibilidad del área. Esto implica confrontar la escasez hídrica y la reducción de las personas que sufren por no poder acceder a ella. En segundo lugar, este estudio permitirá una comunicación con la Municipalidad Distrital de Huancavelica para que, a través de sus autoridades, brinden una solución al problema originado por el ex botadero. Finalmente, el presente documento será un antecedente útil como modelo para siguientes trabajos de investigación, incluso aplicable en otros ámbitos territoriales.

1.4 Hipótesis y descripción de la variable

1.4.1 Hipótesis

Para la presente investigación, se está considerando la hipótesis de investigación (H_i), la hipótesis nula (H_o), la hipótesis alterna (H_a).

- Hipótesis de investigación (H_i): Se utiliza, básicamente, en estudios descriptivos para intentar predecir un dato o valor en una o más variables que se van a medir u observar (13).
- Hipótesis nula (H_o): Sirve para refutar o negar lo que afirma la hipótesis de investigación (13).
- Hipótesis alterna (H_a): Sirve para afirmar o aceptar la hipótesis de investigación (13).

Dentro de este marco teórico, la presente tesis plantea lo siguiente:

- H_i : La calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de Pampachacra supera los estándares de calidad de agua (ECA); por lo tanto; existe contaminación de las aguas.
- H_o : La calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de Pampachacra no supera los estándares de calidad de agua (ECA); por lo tanto; no existe contaminación de las aguas.
- H_a : La calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de Pampachacra supera los distintos niveles de estándar de calidad de agua en diferentes puntos; por lo tanto, existe contaminación de las aguas en diferentes puntos y parámetros.

1.4.2 Descripción de variable

TABLA 1: Descripción de variables.

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores
Calidad de agua	La calidad del agua está relacionada con el conjunto de características organolépticas físicas, químicas y microbiológica que debe tener el agua para conferirle un uso determinado, ya sea para consumo humano, doméstico o usos relacionados con actividades como la agricultura. (Rivas, 2013)	• Parámetros físicos • Parámetros químicos • Parámetros microbiológicos	• Turbiedad, color, conductividad, temperatura • Cloruro, dureza total, pH, sulfato, nitrato • Coliformes fecales y Coliformes totales

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.5 Antecedentes del problema

- La investigación titulada “Contaminación de los cuerpos de agua superficiales por sistema de relleno sanitarios en Puerto Rico” tuvo como objetivo analizar muestras de agua de ríos y quebradas cercanas a los sistemas de rellenos sanitarios entre el 2008 y 2009. Para ello, se utilizó la metodología de protocolo para la toma de muestra de agua y su preservación. Asimismo, su almacenaje estuvo basado en el Método Estándar (SM1998), la compilación de la EPA(Keith 1996), los SOP del laboratorio de AAA(SW-846 de la EPA) y procedimientos del laboratorio nacional de calidad de agua del USGS. Se llegó a la conclusión de que el relleno sanitario de residuos sólidos es la única alternativa que existe para la adecuada disposición de los desperdicios; de esa manera, se evita la contaminación de los cuerpos de agua (14).

- La investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua en la laguna de Yuriria-Guanajuato-México” tuvo como objetivo comparar las condiciones del agua antes y después de las acciones tomadas para su restauración. Para dicho fin, se utilizó una metodología de técnicas estadísticas, que incluyó ICA y AD, para determinar la valoración espacial y temporal de las características del agua. Se concluyó que las variaciones espaciales en las épocas lluviosas y secas (2005, 2009 y 2010), con respecto a la calidad del agua, son significativas (15).

- La investigación titulada “Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá” examinó la concentración microbiológica que posee el agua que es empleada para el consumo humano y su relación con las aguas residuales cercanas a las áreas residenciales. Para ello, se utilizó la metodología de encuestas de morbilidad. Gracias a estas, se detectó una eventual relación entre el estilo de vida de los residentes, la calidad de agua de la zona y la percepción que se tiene sobre el estado de salud en Bogotá. Finalmente, se concluyó que el agua utilizada para consumo

humano debe ser adecuadamente almacenada, tratada y aislada de las aguas residuales. Esto permitirá que encuentre libre de microorganismos (16).

- La investigación titulada “Evaluación espacial y temporal del índice de calidad de agua del río Cazonen en Coatzintla-Veracruz” tuvo como finalidad la evaluación del índice de calidad del agua considerando una perspectiva espacial y temporal. Para dicho fin, se recurrió al índice Brown-NFS como metodología. Se concluyó que los parámetros analizados alcanzaron un valor de 63.94 unidades en función del índice de Brown-NSF que registra un nivel medio de calidad. Asimismo, se evidenció la presencia de parámetros significativos que pueden ser empleados tanto en épocas climatológicas y estacionales (17).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad de agua del río de Colombia” analizó los parámetros físicos, químicos y biológicos del río de Colombia. Para ello, se recurrió al BMWP(bmwp/col) como metodología, lo cual implica evaluar la calidad de las aguas epicontinentales. Finalmente, se concluyó que los cuerpos de agua presentan características organolépticas que demarcan condiciones ecológicas más específicas (18).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad física, química y bacteriológica del agua de la laguna de Moyua, Matagalpa 2015-2016” buscó evaluar de la calidad del agua en la laguna de Moyua. La investigación recurrió al *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater* como metodología para la obtención de los muestreos de agua. En el marco de esta metodología, se realizaron diversos análisis que arrojaron conclusiones significativas. Una de las más importantes fue que las aguas superficiales de la laguna tuvieron una buena calidad, tanto a nivel físico y químico durante los periodos de estudio, entre el 2015 y el 2016, por lo que estuvieron, especialmente, destinadas a la irrigación de tierras, al consumo humano y al uso recreativo según la guía de FAO, las Normas CAPRE y la legislación de Canadá (19).
- La investigación titulada “Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad de agua de pozos” tuvo como objetivo evaluar indicadores y compararlos con la normativa ecuatoriana vigente. Para ello, se aplicaron diferentes métodos según los parámetros analizados (DBO (HACH LBOD 101), DQO (Nova 60), coliformes fecales y coliformes

totales (Standard Methods 21th 9221 ABCE), nitrato, amoníaco, sulfato (Nova 60 y EPA 6020) y metales (absorción atómica)). Se concluyó que algunos parámetros analizados superan el valor permitido de la normativa ecuatoriana contemplado en el TULSMA. En tal sentido, indicadores como dureza total, sólidos disueltos, sulfatos, hierro y coliformes totales exceden los estándares permitidos, mientras que el pH, color, sabor y manganeso se encuentran dentro de los estándares establecidos por la norma (20).

- La investigación titulada “Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad de agua de los ríos Machangara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito” tuvo como objetivo evaluar la calidad y condición actual del agua de los ríos Machangara y monjas. Para tal fin, se aplicó el método de fermentación en tubos múltiples, establecido en el *Estándar Methods*. Se llegó a la conclusión de que el río Monjas presenta altos índices de calidad microbiológica en comparación con el río Machangara (21).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua subterránea utilizando el índice de la calidad de agua, Monagas, Venezuela” tuvo como propósito la evaluación del índice de calidad de agua en aguas subterráneas. Para ello, se utilizó el método del índice aritmético ponderado, que permitió evaluar 14 estándares de calidad (dureza, conductividad eléctrica, pH, temperatura, sulfatos, manganeso, potasio, nitratos, nitritos, sodio, hierro, cloruros, fenoles y coliformes fecales). Cada estándar obtuvo un valor asignado que osciló entre 1 y 4 en relación a la importancia para la vida acuática. Se concluyó que el agua subterránea cuenta con mayores parámetros que superan los límites permitidos por la legislación ambiental. En específico, los resultados fueron los siguientes: P1(pH, Fe, Mn, fenoles y CF), P3(pH, Fe, Mn y fenoles) y P2 (temperatura y fenol) (22).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador” tuvo como finalidad la valoración de la calidad del agua a fin de identificar su variación como consecuencia de diversos factores contaminantes: aguas residuales, sanitarias e industriales. Ello se realizó mediante el Índice de Calidad de Agua y se aplicó la metodología conocida como *Water Quality Index* (QWI). Se determinó que los ríos mencionados tienen un índice de parámetro de E. Coli que resalta su calidad. De

mismo modo, el análisis estadístico ha evidenciado que, durante la temporada de menor caudal, este parámetro se posiciona en, al menos, una unidad de valor en el Índice de Calidad de Agua (23).

- La investigación titulada “Determinación de los niveles de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba, 2014” tuvo como finalidad analizar la calidad del agua. Para ello, se utilizó como metodología el Índice de Calidad de Agua (ICA) junto al análisis SIG. Después de la indagación, se comprobó la contaminación del agua debido a la presencia de coliformes fecales, residuos sólidos suspendidos y disueltos, entre otros, por lo cual se llegó a la conclusión de que estas fuentes de agua superficiales no son aptas para el consumo humano (24).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez” tuvo como finalidad el análisis de la calidad del agua en ecosistemas contaminados. Para ello, se recurrió a la metodología participativa, que consiste en la identificación de nuevas prácticas para una adecuada gestión de los recursos hídricos a fin de lograr su protección y recuperación. Se llegó a la conclusión de que los parámetros medidos no afectan de ninguna manera a los ríos analizados (25).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad fisicoquímica de las fuentes de agua vertidas con lixiviados del botadero de residuos sólidos y efectos en la salud de población de la zona periférica del botadero de Cancharani-Puno” buscó evaluar la calidad fisicoquímica de reservorios acuíferos. Para ello, se utilizó la metodología electrométrica (temperatura), potenciómetra (pH), conductimetría (sólidos disueltos totales), colorimétrica (nitrógeno amoniacal, fósforo total) y digestión cerrada (demanda bioquímica de oxígeno). Se determinó que los valores de calidad de los reservorios estudiados no concuerdan con el estándar de calidad mínimo para su conservación, debido a la identificación de lixiviados generados por residuos sólidos. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que los reservorios de agua aledaños al botadero de Cancharani no cuentan con la calidad aceptada (26).

- La investigación titulada “Contaminación de aguas adyacentes del botadero controlado en el centro poblado de Pampachacra del distrito de Huancavelica” tuvo como objetivo analizar las aguas adyacentes en búsqueda de agentes contaminantes. Para tal fin, se evaluaron los estándares de calidad para agua. Se llegó a la conclusión que este compuesto no puede usarse para consumo humano o pecuario, pero sí en la agricultura (solo en alimentos que van a tener un proceso de cocción) (27).
- La investigación titulada “Impacto en la calidad del agua de la quebrada El Atajo ocasionado por el botadero de Rondón de la ciudad de Chachapoyas, Amazonas, Perú” tuvo como objetivo establecer el impacto de la mala gestión de los residuos sólidos con respecto a la calidad del agua. Para dicho fin, se utilizó la metodología en función del protocolo establecido por la Dirección General de Salud Ambiental (2007). Se concluyó que existe un impacto significativo del manejo de residuos sólidos sobre la calidad del agua en Chachapoyas (28).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcon, Cajamarca, 2016” tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua en el río para determinar sus características fisicoquímicas y microbiológicas. Para este fin, se utilizó la metodología de las Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el cuerpo de agua según el D.S N°004-2017-MINAM. Se concluyó que este afluente sobrepasa notoriamente el estándar de calidad ambiental, según los parámetros DBO_5 , DQO_5 , y coliformes totales, lo cual implica que existe una deficiente calidad del agua de las muestras tomadas (29).
- La investigación titulada “Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Shool, provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas” tuvo como objetivo analizar la calidad del agua del río. Para este fin, se utilizó la metodología *Estándar Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Se concluyó que las estaciones de muestreo fueron aptas para las categorías III y IV, pero no resultaron aptas, desde el punto bacteriológico, para el consumo humano (30).
- La investigación titulada “Contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario” buscó identificar el nivel de contaminación por lixiviados que posee el agua

superficial debido a su cercanía con un relleno sanitario. Para ello, se utilizó la metodología descriptiva. Los resultados indican que los lixiviados provocan altos niveles de contaminación, pues se filtran sobre la tierra y alteran el agua a nivel físico y químico. Ello resulta perjudicial debido a que dicha agua es parte del consumo humano y animal (31).

- La investigación titulada “Evaluación de parámetros físicoquímicos y microbiológicos del río Ragra, afluente del río San Juan para determinar la categoría de sus aguas, Simón Bolívar, Pasco, 2018” tuvo como objetivo evaluar los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del río Ragra. Para ello, se utilizó la metodología cuantitativa, que permitió analizar los datos de las muestras obtenidas. Se concluyó que los parámetros físicoquímicos y microbiológicos distan de cumplir con los ECAS-Agua que corresponden a la categoría 3 (32).
- La investigación titulada “Evaluación del impacto de la contaminación de los residuos sólidos sobre suelo y agua del botadero sanitario de Cancharani, Puno” tuvo como finalidad evaluar del impacto producido por los residuos sólidos de Puno. Para ello, se utilizó la regulación y validación. Se concluyó que las concentraciones altas se encuentran en el efluente de lixiviados y superan al estándar de calidad de agua y del suelo (33).

1.6 Bases teóricas

1.6.1 Calidad de agua

El agua se define como un compuesto químico en estado líquido que es renovable, pero finito; carece de sabor, color y olor; puede ser hallado en la naturaleza de forma recurrente y es el componente más común del planeta tierra. Que el agua cubra más del 71% de la superficie no significa que se encuentre en el mismo estado. La mayor parte de este líquido se concentra, principalmente, en mares y océanos, lo que representa el 96,5 % aguas saladas; luego, en menor medida, se distribuye en glaciares (1,74%); otro 1,72% se encuentra presente en acuíferos y permafrost, mientras que la menor cantidad, es decir el 0,04%, está repartida en lagos, ríos, la humedad del suelo, el vapor atmosférico, entre otros (34).

Para poder estimar cuál es la calidad del agua, se debe evaluar un conjunto de valores relacionados con las características biológicas, químicas y físicas del agua, ello a partir de la

definición de su origen y sus posibles usos. Sin embargo, actualmente se suele establecer un único estándar universal sobre el uso del agua, que está dirigido a establecer un mínimo de calidad para que esta pueda ser utilizado para consumo humano (35).

Uno de los factores que causan un descenso en la calidad del agua es la inadecuada gestión hídrica. Entre los problemas más habituales se encuentran los desequilibrios tróficos; la erosión; el incremento de químicos como fósforo o nitrógeno, que perjudican los nutrientes del agua en un proceso conocido como eutrofización; las inundaciones y los cambios producidos en superficies que perjudican a las aguas subterráneas. En ese marco, el cuidado de la calidad del agua es un tema trascendental para la vida humana, no sólo por su impacto en los ecosistemas, sino en la producción de recursos. Es por ello que debe ser atendida desde una visión social, económica, ambiental y biofísica (35).

Para analizar los cuerpos de agua, se recurre al muestreo, según un tiempo y espacio determinados. Esto tiene como objetivo considerar las condiciones en las que la muestra fue obtenida. Los tipos de muestra son los siguientes:

1.6.1.1 Sondeo o muestra simple

Se trata de sistemas hídricos que mantienen una condición constante, tanto en tiempo como en espacio. Ello implica que su composición no es alterada por el paso del tiempo o según el lugar desde el que se obtiene la muestra. En ese sentido, el sondeo recurrirá a la extracción de una sola muestra que se considera representativa para todo el sistema hídrico. Ejemplos de esto son las aguas superficiales y de determinados suministros en particular (36).

Sin embargo, si se reconoce que la composición del sistema hídrico se ve alterado según el paso del tiempo, ya sea por un proceso acumulativo o temporal, se procederá a realizar un indeterminado número de muestras a lo largo de horas, días o, incluso, meses. Si, por otro lado, la composición del agua varía en función del lugar en el que se realiza la extracción de la muestra, se procederá a realizar un indeterminado número de extracciones de muestra en una amplia distancia (36).

1.6.1.2 Muestra compuesta

Se trata de un conjunto de muestras simples o sondeos que se han realizado en un determinado sistema hídrico. Estas pueden tratarse de muestras compuestas de tiempo o de espacio, en función al tipo de muestras simples que hayan sido reunidas para llegar a una estimación media (36).

El establecimiento de las concentraciones medias es sumamente útil como instrumento de investigación, ya que permiten al investigador reducir el esfuerzo y el trabajo a realizar. Ello se debe a que focaliza la atención en un solo análisis de datos, en lugar de realizar un indeterminado número de análisis individuales para llegar a una conclusión media y total. Por otro lado, es frecuente utilizar un estándar de 24 horas de muestras compuestas, con excepción de aquellas investigaciones que posean factores especiales que recomienden una muestra compuesta que exceda dicho periodo de tiempo (36).

Las mezclas compuestas pueden provocar la modificación de los elementos del agua. Por esa razón, al momento de extraer muestras con conservaciones, éstas deben ser depositadas en recipientes separados. Actualmente, los equipos de investigación están programados para extraer muestras de manera automática, y en determinadas frecuencias y volúmenes que han sido previamente definidos (36).

1.6.1.3 Mezclas integradas

Se utiliza una mezcla de muestras que representan diferentes puntos de la sección transversal y sus caudales para evaluar el componente medio o la carga total. La necesidad de muestras integradas también puede surgir si se propone un tratamiento combinado para diferentes tipos de aguas residuales, cuya interacción tiene un impacto significativo en la procesabilidad o composición. Las predicciones matemáticas pueden ser inexactas o inalcanzables, pero la evaluación de modelos integrados puede proporcionar información más útil (36).

1.6.2 Estándar de calidad de agua (ECA)

Este es un instrumento que se utiliza para poder establecer el grado de concentración de los elementos fisicoquímicos u otras sustancias presentes en el agua (se considera también al aire y suelo, en la medida que tienen agua en su composición). En ese sentido, se utiliza para observar

cómo estos cuerpos receptores representan o no un riesgo significativo sobre el medio ambiente, la vida de las personas o de los animales que viven en sus ecosistemas (37).

El ECA es, también, considerado en función del valor que otorga a determinados sistemas hídricos de acuerdo con su grado de contaminación, su calidad o valor natural. Sin embargo, a pesar de ello, no se le puede considerar como un valor de medición para efluentes o vertederos. En ese sentido, debe tenerse en cuenta que la autorización para la expulsión de residuos sólidos debe contemplar los niveles de ECA permitidos en función de la naturaleza del sistema hídrico en cuestión (38).

Los componentes a controlarse en la evaluación de la contaminación de sistemas hídricos, sin lugar a dudas, generan consecuencias directas y nocivas sobre los seres vivos, especialmente en la salud pública; estos son los siguientes:

1.6.2.1 Análisis fisicoquímico

- Temperatura: Es un indicador sumamente importante sobre la calidad del agua. Ello se debe al vínculo que es posible establecer entre la temperatura y la solubilidad de gases y otros elementos, pues se sabe que, a mayor temperatura, la solubilidad de iones irá aumentando; por otro lado, la reducción de la temperatura en los gases puede traer consecuencias en la calidad del agua al diluir el oxígeno que se encuentra presente (39).
- pH: Se trata de un instrumento para medir el nivel de concentración de iones de hidrógeno presentes en el agua. Se asume como un pH normal o adecuado a aquel que se encuentre en 7. Si las aguas evaluadas sobrepasan estos parámetros, son calificadas como alcalinas; mientras que aquellas que descienden (menos de 7), son consideradas ácidas. Asimismo, se debe considerar que toda muestra que esté fuera del rango (6-9) es totalmente perjudicial para la vida acuática. Esto se debe a que mientras más lejos se encuentren del estado neutro de pH, es más probable que los cambios fisicoquímicos causen alteraciones celulares, destruyan toda forma de vida y perjudiquen el ecosistema. Un caso concreto de ello son las aguas residuales vertidas por la industria del petróleo, pues los procesos de refinación requieren altas concentraciones de productos químicos que terminan en distintos sistemas hídricos (40).

- Conductividad: Es una medida del potencial y capacidad que una determinada solución tiene para canalizar la energía eléctrica y transmitirla a través de sí. Esta condición varía en función de la temperatura, su presencia, nivel de valencia y la concentración de iones (41).
- Sólidos totales disueltos: Se trata de una medida de la cantidad de remanentes sólidos que se mantienen presentes en una muestra tras la evaporación del agua. De esta manera, se establece una medida de las sales disueltas tras el retiro de los sólidos. Suele aplicarse de manera recurrente sobre terrenos agrícolas que han sufrido de escorrentía (42).
- Demanda bioquímica de oxígeno: Se trata de una evaluación del nivel de contaminación orgánica que existe en un cuerpo hídrico. Se establece a partir de la cantidad de oxígeno que es requerido por las bacterias encontradas dentro, y las que en condiciones aeróbicas de oxidación de la materia orgánica, logran obtener CO_2 y H_2O (43).
- Demanda química de oxígeno DQO: Se trata de una medición del nivel de oxígeno que se encuentra en la materia orgánica de una muestra oxidable mediante el uso de un oxidante fuerte. A diferencia de la demanda bioquímica de oxígeno DBO, no se mide sólo lo oxidable biológicamente. La importancia de aplicar un DQO radica en que permite identificar todos los elementos residuales que no son biodegradables (44).
- Oxígeno disuelto: Es un indicador que expresa un valor de cantidad de oxígeno que se puede hallar disuelto en el agua. Un alto nivel de este elemento diluido permite el florecimiento de la vida marina. La variación de este elemento está condicionada por el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, la temperatura, entre otros. En ese sentido, una baja concentración de oxígeno disuelto se debe principalmente al exceso de agentes orgánicos a raíz de descargas residuales (44).
- Aceites y grasas: Se trata de materiales que han sido obtenidos como sustancias solubles en el solvente (como el triclorofluoroetano y los clorofluorcarbonados). Hay que considerar que la extracción de muestras debe realizarse con mucho cuidado, debido a que el aceite, petróleo y demás grasas son altamente perjudiciales para la vida marina, ya que crean una película en la superficie del agua, mermando la luz solar, reduciendo el oxígeno y perjudicando la fotosíntesis de las plantas acuáticas. Asimismo, estos elementos pueden provocar la formación de bolas de alquitrán en las playas y riberas de los ríos (44).
- Fenoles: Evalúan la concentración de los compuestos fenólicos, es decir, de los hidróxidos derivados de benceno y sus núcleos condensados. Los llamados fenoles por lo usual aparecen

en las aguas residuales de la industria petrolera y alcanzan grandes concentraciones. Un nivel alto de concentración no sólo mancha a los peces, sino que perjudica irremediablemente la fauna, flora y vida humana, mientras que, un nivel bajo, afecta al ecosistema al emanar fuertes olores (44).

- **Amoniaco:** Se trata de un elemento del nitrógeno presente, por lo general, en aguas residuales vinculadas a refinerías y aguas servidas. Su alta concentración perjudica la vida acuática; especialmente, a nivel superficial es tóxico para el consumo humano, pues extingue el oxígeno disuelto en el agua (44).
- **Sulfuro:** Se trata de un elemento presente en el agua que debe ser medido mediante H₂O y HS disuelto. La medición de este compuesto implica la búsqueda de sulfuros metálicos solubles en ácidos, los cuales suelen aparecer en la materia suspendida; también, suelen hallarse sobre aguas residuales de refinerías. Su alta concentración desprende olores fuertes y es extremadamente tóxico para los peces (44).
- **Metales:** En especial, se hace referencia al mercurio, plomo, cromo, cadmio y bario, ya que estos metales son producidos por el petróleo crudo y por acción de las aguas residuales de esta industria.
 - El bario posee consecuencias irreversibles para la salud, pues es extremadamente tóxico para la vida. Al combinarse con el sulfato, origina el sulfato de bario insoluble.
 - El cadmio en altas concentraciones perjudica a los tejidos blandos y altera significativamente el metabolismo. Se sabe que este elemento se encuentra fácilmente dentro de las ostras marinas.
 - El cromo es un elemento que puede causar cáncer al aparato respiratorio; además, para los peces es altamente venenoso.
 - El plomo suele acumularse con frecuencia en los mariscos y las ostras, por lo que se transfiere al ser humano tras su consumo, acumulándose en los huesos; asimismo, provoca la inhibición de las enzimas y perjudica el metabolismo celular.
 - El mercurio es un elemento en extremo tóxico, incluso en bajas concentraciones. Al adherirse a plantas se produce la “clorosis”, condición que perjudica a los animales que consumen los cultivos contaminados. Ya que es habitual en los peces, se transporta al cuerpo humano tras su consumo (44).

- Turbidez: Se trata de un fenómeno óptico que consiste en la absorción de la luz y un proceso de fusión que perjudica la visibilidad del agua. Esto ocurre debido a la presencia de material insoluble que se encuentra en estado de suspensión o dispersión coloidal (41).
- Color:
 - Color verdadero: Se refiere al color que del cuando se retira toda la materia suspendida.
 - Color aparente: Se refiere al color que posee el cuerpo de agua en el momento de la extracción. Este color lo adquiere debido a sus condiciones naturales y a las sustancias en suspensión (39).
- Olores: Son producidos por las impurezas orgánicas disueltas en el cuerpo de agua, especialmente, son causados por pequeñísimas concentraciones de compuestos volátiles. El plancton es un organismo que provoca desprendimientos de aceites que causan los olores en algunas aguas superficiales (39).
- Dureza: Se refiere a la alta concentración de minerales existentes en un cuerpo de agua. Se hace especial atención a las sales de magnesio y calcio. Por el contrario, cuando el agua no posee grandes cantidades de estos elementos, se le considera un agua “blanda” (45).
- Alcalinidad: También llamada basicidad del agua. Se trata de la medición de la capacidad de este elemento para neutralizar ácidos. Esta condición se alcanza producto de la presencia de sales de ácidos débiles como fosfato, borato, silicato, carbonatos, bicarbonatos, y a la presencia de ácidos orgánicos resistentes a la oxidación biológica. Cuando las aguas naturales poseen una alcalinidad alta basada en iones hidroxilo, carbonatos y bicarbonatos, se le toma como referencia para calcular la alcalinidad total (Perez, 2010).
- Nitrógeno: Su alta concentración fomenta el crecimiento excesivo de las plantas acuáticas. Estas, a su vez, pueden cubrir toda la superficie o aquellas posibles entradas de agua, lo que resulta peligroso, debido a que pueden bloquear la luz y perjudicar la vida acuática (46).
- Fosfato: Se trata de elementos derivados del fósforo que son utilizados por las plantas como nutrientes. Estos permiten el crecimiento de esta forma de vida y de algas sobre las aguas superficiales. Cabe recordar que, en función de la concentración de fosfato, el cuerpo de agua puede entrar en proceso de eutrofización (47).

- Nitrato: Se trata de un elemento contaminante que es frecuente en las aguas subterráneas. Es inodoro e incoloro, pero puede ser un agente tóxico para la salud humana y para los animales. Su presencia en bajas concentraciones es habitual (47).

1.6.2.2 Análisis microbiológico

- Coliformes fecales: También llamadas termotolerantes. Suelen crecer en ambientes con altas temperaturas ($44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$) y con presencia de sales biliares. Las más frecuentes son la *Escherichia coli*, y las cepas de la *Enterobacter* y *Klebsiella*. Su origen más común es el fecal, por lo que su presencia significa que el cuerpo de agua se encuentra contaminado (39).
- Coliformes totales: Pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* y se trata de bacterias vinculadas a los desperdicios humanos y animales. Aparece en altas temperaturas ($35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$). Suele causar la fermentación de la lactosa con producción de ácido y gas. También tiene un origen fecal, por lo que su presencia significa que el cuerpo de agua se encuentra contaminado (39).

1.6.3 Categorías de estándar de calidad de agua

1.6.3.1 Categoría 1: Población y recreacional

Sub categoría A: Agua superficial que produce agua potable

A1: Agua con potencial de ser potabilizada con desinfección

Se entiende que son aquellos cuerpos de agua cuyas condiciones de calidad permiten que sean utilizadas para consumo humano, lo cual significa que solo necesitan una desinfección simple, de acuerdo a la legislación vigente.

Sub categoría B: Agua superficial utilizada en actividades recreativas

Se trata de cuerpos de agua superficiales que pueden ser empleadas en actividades recreativas. Se ubican, principalmente, en la zona costera marina hasta los 500 metros de distancia, en paralelo a la superficie. Su amplitud y condiciones son autorizadas por las instituciones competentes.

1.6.3.2 Categoría 2: actividades de extracción y cultivos marino costeras y continentales

Sub categoría C1: Extracción y cultivos de moluscos bivalvos en aguas marino costeras.

Sub categoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en agua marino costeras.

Sub categoría C3: Otras actividades en agua marino costeras

Hace referencia a cuerpos de agua utilizados en actividades de extracción y cultivo de moluscos bivalvos y otras especies marinas. Se usa en la infraestructura portuaria, para el desarrollo de actividades industriales y servicios de saneamiento.

Sub categoría C4: Extracción y cultivos de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Hace referencia a cuerpos de agua utilizados para la extracción o cultivos de especies hidrobiológicas para consumo humano.

1.6.3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Subcategoría D1: Vegetales de tallo alto y bajo

Se entiende a aquellos cuerpos de agua que son empleados para regar vegetales, cuya característica es el porte herbáceo y un tallo corto, como las alverjas, apio, repollo, col, fresa, lechuga y ajo. También se incluye el riego de plantas arbóreas como los frutales.

Sub categoría D2: Bebida de animales

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Se refiere al agua que es utilizada para el consumo de los animales. Es un elemento claves de ecosistemas frágiles, áreas naturales, protegidas y/o zonas de amortiguamiento.

Sub categoría E1: Laguna y lagos Se trata de cuerpos de agua de origen natural estáticos y lentos.

Sub categoría E2: Ríos

Sub categoría E3: Ecosistemas marino costeros

Se refiere a áreas marítimas comprendidas hasta una distancia corta respecto a la línea costera (37).

1.6.4 Contaminación del agua

En general, la contaminación es la modificación negativa de un ambiente y sus elementos, y perjudica toda forma de vida; asimismo, es la causante de enfermedades, de la extinción de animales y del desbalance en el planeta (48). En específico, la contaminación del agua es la modificación o alteración de los parámetros físicos, químicos y biológicos, provocados por el ser humano, que alteran la calidad del agua, convirtiéndola en un agente peligroso para el ser humano, ya sea como elemento en la industria, en la agricultura, la pesca o para el consumo directo (49). Asimismo, al ser una fuente antihigiénica, puede causar muchas muertes. Actualmente, se estima que medio millón de personas mueren al año por enfermedades relacionadas con aguas insalubres: diarrea, cólera, fiebre tifoidea, poliomielitis, entre otras (50).

La contaminación del agua implica a agentes externos que alteran las características naturales y perjudican las actividades antropogénicas. Estas causas pueden ser calificadas como puntuales o no puntuales.

❖ Causas puntuales o locales

Se refiere a aquellas que son originadas en un espacio determinado y dirigidas constantemente hacia el sector acuífero. Esta forma contaminante puede ser fácilmente medible y controlada. Ejemplo de ello son las concentraciones de material fecal de animales y los desechos humanos de aquellas poblaciones que recurren a fuentes subterráneas de agua (51).

❖ Causas no puntuales o difusas

Se trata de aquellas causadas por actividades que no tienen un origen evidente debido a su gran extensión (51). Estas fuentes de contaminación suelen ser denominadas efluentes contaminantes y recurren al agua para el desarrollo de sus funciones o actividades; sin embargo, al poseer sustancias físicas, químicas y biológicas que perjudican su composición, la alteran completamente. Entre estas se encuentran las siguientes:

- Vertimiento de aguas negras o servidas al mar, lago o río
- Vertimiento de basura y desmontes en las orillas del mar, ríos y lagos
- Actividades informales y clandestinas en las orillas de los ríos: curtiembres, fundición de baterías de autos recicladas
- Los efluentes líquidos que provienen de las distintas actividades de los sectores productivos (51)

1.6.4.1 Fuentes de contaminación

1.6.4.1.1 Fuentes naturales

Se trata de espacios que son atravesados por cuerpos de agua y suelen tener elementos de origen natural originados por el contacto con la atmósfera y el suelo (minerales, magnesio, calcio, hierro, entre otros). Debido a estas características, son frecuentemente nocivos para los humanos, animales y vegetales.

1.6.4.1.2 Fuentes artificiales

Se trata de aquellas que han sido originadas como consecuencias del accionar humano. En especial, se incluyen determinadas actividades industriales que, recurrentemente, introducen componentes tóxicos al medio ambiente.

1.6.4.2 Tipos de contaminación del agua

1.6.4.2.1 Contaminación térmica

Se llama contaminación térmica a la descarga del calor residual o de desechos calientes en los cuerpos de agua. Las actividades industriales generan este tipo de contaminación al desechar sus residuos calientes en los ríos, lagos o mares. Esto provoca el aumento de temperatura, lo que trae consigo la disminución de la cantidad de oxígenos disueltos (la solubilidad de determinados gases reduce, a su vez, la temperatura) hasta niveles de mortandad. Como consecuencia de estos procesos, disminuyen o desaparecen las plantas y otras especies acuáticas debido a la ausencia de oxígeno. La falta de este último provoca, además, la multiplicación de bacterias anaerobias que descomponen la materia orgánica, y liberan metano y amoníaco (52). Todo ello perjudica a las personas que viven en comunidades cercanas y desfavorece la reproducción de animales acuáticos.

1.6.4.2.2 Contaminación por aguas negras (aguas residuales)

También se les conoce como aguas servidas. Tienen su origen en los residuos domésticos, que contienen materia orgánica como desechos fecales (bacterias, virus y otros

microorganismos), detergentes, limpiadores, nitritos, nitratos, o elementos que son productos de la descomposición de estas sustancias (52).

1.6.4.2.3 *Contaminación por relaves mineros*

Los relaves mineros son los desechos de la actividad minera que contienen cianuro, metales pesados tóxicos como el plomo, cobre, mercurio y zinc. Estos provienen de la lixiviación, flotamiento y cianuración de los minerales, y son vertidos en los ríos o lagos. Estos metales, al llegar a un río y por la acción de bacterias anaerobias, se pueden convertir en iones metilmercurio, que, al ser ingeridos por los peces y luego por los seres humanos, causan efectos nocivos como anomalías en la forma de caminar, reducción del espacio visual, daño cerebral, etc. (52).

1.6.4.2.4 *Contaminación industrial*

Es causada por desechos provenientes de fábricas e industrias que contienen espumas, aceites, solventes, ácidos y metales pesados como el cadmio, el mercurio y el plomo (en forma de iones). Estos iones pueden combinarse con las proteínas del organismo, y perjudicar su funcionamiento biológico.

Una de las consecuencias generadas por estos componentes es el envenenamiento por metales pesados. Esta intoxicación perjudica gravemente al sistema nervioso y a órganos claves como el hígado o los riñones; además, provoca afecciones que van desde el retraso mental hasta la muerte (52).

1.6.4.2.5 *Contaminación por derrame de petróleo*

Los desechos de hidrocarburos y derrames de petróleo son agentes importantes de contaminación hídrica. Durante los últimos años, estos elementos son cada vez más habituales en los océanos y tienen efectos perjudiciales a largo plazo, no solo por su condición tóxica, sino que, al derramarse, cubren la superficie marítima con una película negra que impide el ingreso de la luz y perjudica a la fotosíntesis. Este hecho afecta a todo el ecosistema. Además, la ausencia de fotosíntesis provoca la desaparición paulatina de la

vegetación acuática y la falta de oxígeno. También ensucian embarcaciones, redes e instalaciones de bahía que requieren de una limpieza, que es muy costosa (52).

1.6.4.3 Consecuencias de la contaminación del agua

1.6.4.3.1 Eutrofización

Se trata de un proceso de enriquecimiento excesivo del agua producto del incremento del fosfato y nitrógeno. Esto provoca un crecimiento desmesurado de algas marinas, de plantas y de otros organismos, los cuales, al morir, inician la putrefacción y provocan olores fétidos que perjudican la calidad del ecosistema (52).

Este proceso de putrefacción agota el oxígeno disuelto en el agua e impide que este pueda ser utilizado para otros fines por los demás seres vivos. Asimismo, con la eutrofización, aumentan los desechos humanos, lo que los convierte en la principal causa de contaminación de los sistemas acuíferos. Entre las principales fuentes de eutrofización están las siguientes:

- Los vertidos urbanos con productos tóxicos o desechos orgánicos
- Los vertidos de actividades de ganadería o agricultura que utilizan fertilizantes, desechos orgánicos y otros residuos ricos en fosfatos y nitratos

➤ Eutrofización natural

Los cuerpos de agua, principalmente los lagos, tienden, con el tiempo, a acumular nutrientes, por causa del arrastre de nutrientes solubles por las aguas superficiales. Una vez que son incorporados en las aguas, dichas sustancias provocan la sobrealimentación de las plantas. A este proceso se le conoce como eutrofización natural y se lleva a cabo en cientos de años (52).

➤ Eutrofización cultural

Se le conoce de esta manera a la descarga de los desechos sólidos, aguas negras sin tratar (contiene detergentes, desechos fecales, etc.) y de residuos agrícolas (contiene fertilizantes de sulfato SO_4 , nitrato NO_3 , fosfato PO_4 y excremento de animales) que llegan a un lago o laguna a través de algún afluente y hacen que el proceso de envejecimiento o conversión a prado (bosques) se acelere. Este proceso es provocado por las actividades del hombre (52).

1.6.4.3.2 *Medidas para evitar la eutrofización*

La reducción de la emisión de fosfato y nitrato en los vertidos es la solución más eficaz que existe para evitar la eutrofización. Ello también se logra reduciendo la cantidad de estos elementos en los detergentes y abonos (53).

1.6.5 Botaderos de residuos sólidos

Un botadero es un espacio donde se vierten los residuos sólidos de manera caótica y desordenada, pues no existe ningún tipo de control. En estos espacios, los desechos son dejados sin compactar ni ser tratados, por lo que producen olores desagradables, emiten gases y líquidos que contaminan toda el área. Con frecuencia, estos botaderos poseen segregadores, recicladores y criaderos de cerdos, los cuales ponen en peligro su propia salud al exponerse a este espacio (39). Como se señalaba, a los vertederos se arrojan residuos sólidos. Estos son productos en estado sólido o semisólido resultantes de la realización de otras actividades. Su existencia implica la presencia de un agente generador, el cual es responsable de su tratamiento en función de todas las normativas internacionales sobre cuidado del medio ambiente (54). En ese sentido, el generador puede tratarse de una persona o una institución que desarrolla actividades de distinto tipo.

Dentro de estos vertederos se encuentran sustancias líquidas que se conocen como lixiviados. Eso implica que los materiales orgánicos dentro del vertedero han pasado por un proceso de transformación, fermentación y descomposición, lo que se conoce como lixiviación. Esto ocurre, principalmente, a raíz de la filtración de agua producto de las lluvias que percolan los residuos, los erosionan y, como producto de ello, liberan compuestos químicos o biológicos. Es por ello que todo agente contaminante debe ser tratado antes de ser desechado (55).

1.6.5.1 *Tipos de botaderos*

1.6.5.1.1 *Relleno sanitario*

Son conocidos también como botaderos controlados debido a las características de su funcionamiento. Suelen tratarse de lugares alejados de las ciudades, que tienen como objetivo cubrir completamente la basura bajo un estricto control. De esta manera, se busca evitar cualquier tipo de propagación de desechos en la superficie, como malos olores o el surgimiento de plagas.

Cabe mencionar que esta opción lejos de solucionar el problema de los residuos sólidos, lo esconde (56).

Sin embargo, pese a ello, el relleno sanitario resulta una opción válida por su comprobada eficacia en la disposición de los residuos sólidos. Ello se debe a que existe un control mínimo del tamaño, cantidad y tipo de residuos. Asimismo, existe mayor atención a otros factores contaminantes: una adecuada ventilación de los gases, la eliminación de cualquier tipo de olor fétido, la presencia de sistemas de drenaje y el tratamiento de líquidos originados por la lluvia (39).

1.6.5.1.2 *Botadero a cielo abierto o basurero*

El acto de arrojar la basura es una de las prácticas más antiguas realizadas por el ser humano para la disposición final de los residuos sólidos. Adquiere este nombre debido a que es un área al que se desechan los residuos sin ningún tipo de control, separación o tratamiento. Asimismo, carece de criterios técnicos de control sanitario y no presta atención a aspectos relacionados con el impacto medioambiental.

Estos botaderos a cielo abierto constituyen fuentes de enfermedades que afectan a la población cercana y a los animales, debido a que sirve como hábitat de especies que transmiten bacterias o virus: roedores, mosquitos, perros, cerdos, vacas, entre otros, lo que representa un peligro latente para la salud pública y para la seguridad de los habitantes de las áreas aledañas.

En la actualidad, el hecho de que las municipalidades depositen sus residuos sólidos sobre botaderos a cielo abierto constituye un acto irresponsable frente a la ciudadanía, debido a que genera consecuencias directas e indirectas para el presente y para las futuras generaciones. Por el contrario, se espera que los municipios y demás instituciones apunten a un correcto tratamiento de los desechos a fin de lograr un desarrollo sostenible (56).

1.6.6 Impactos ambientales causados por los botaderos

1.6.6.1 *Contaminación del aire*

La presencia de grandes cantidades de basura provoca que el espacio entre en un proceso de descomposición lenta, lo que reduce la presencia de oxígeno. Como resultado de ello, se emanan malos olores y gases contaminantes y, por lo tanto, se contamina el aire (57).

1.6.6.2 Contaminación del agua

Las grandes cantidades de basura provocan filtraciones hacia el suelo, lo contaminan con los líquidos percolados y provocan un proceso de lixiviación. Asimismo, otros agentes contaminantes se filtran hacia el subsuelo, contaminan al agua subterránea y terminan arrastrados hacia ríos, lagos o el océano (57).

1.6.6.3 Contaminación de aguas superficiales

Un mal manejo de los residuos sólidos es causante de uno de los problemas más serios para el medio ambiente: la contaminación de aguas superficiales, en especial de aquellas utilizadas como agua potable. En este proceso, la materia orgánica provoca la reducción del oxígeno disuelto e incrementa la presencia de nutrientes (N y P). Esto causa que los cuerpos de agua entren en un proceso de eutrofización. Asimismo, la mezcla de residuos sólidos, lixiviados y agentes contaminantes, especialmente de procedencia industrial, causan la destrucción de ecosistemas, lo que ocasiona la pérdida de recursos hídricos para uso humano, ya sea como consumo, recreación o para actividades de producción; también, implica la muerte de animales y extinción de especies; o inundaciones al obstruir el curso del agua. En ocasiones, la contaminación puede llegar a ser irreversible (58).

1.6.6.4 Contaminación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas suelen ser frecuentemente contaminadas debido a la filtración, desde la superficie, de agentes contaminantes, como el nitrito y demás sustancias que provocan una alta toxicidad que pone en peligro la salud pública. Por ejemplo, los lixiviados poseen altos niveles de sustancias orgánicas tóxicas y otros componentes que, con facilidad, se filtran verticalmente hasta llegar a las aguas subterráneas y generan altos niveles de contaminación. A pesar de ello, su condición de estar en un nivel subterráneo provoca que este sea un caso muy subestimado.

Por ello, resulta de vital importancia que los rellenos sanitarios se ubiquen por encima del nivel freático utilizando impermeables, rellenos de arcilla, sistemas de vigilancia de aguas subterráneas, entre otros procedimientos para tratar los lixiviados. De esta manera, se podrá evitar cualquier tipo de filtración hacia el subsuelo. Asimismo, se debe considerar que, en la

mayoría de ocasiones, tan sólo es necesario mantener una determinada distancia entre el relleno y el acuífero, pues la tierra por sí misma es un medio eficaz para eliminar la toxicidad de estos agentes contaminantes (58).

1.6.6.5 Degradación de los suelos

Las propiedades del suelo a nivel físico y químico son alteradas por la acumulación de los residuos sólidos. Estos cambios merman la fertilidad del suelo, su capacidad de aireación, su porosidad y reducen la retención de agua. Asimismo, se debe tener en cuenta que un inadecuado tratamiento de estos residuos puede derivar en incendios recurrentes (57).

1.6.6.6 Alteración de ecosistemas

Los agentes contaminantes son una de las principales causas de transformación de los ecosistemas, ya que impiden su capacidad de reproducción y regeneración; en ese sentido, perjudican a las especies, las cuales tienen que abandonar el lugar, fallecen en demasía o llegan a extinguirse. Un claro ejemplo de ello es el arrastre de residuos provocados por las corrientes marinas, que terminan acumulados en el fondo del mar y afectan profundamente la vida marina al alterar su cadena alimenticia (57).

1.7 Definición de términos básicos

- Permeabilización del agua: Esta agua retenida es conocida como agua subterránea. Puede llegar a tener grandes extensiones hasta los 2 millones de kilómetros cuadrados.
- Alcalinidad de agua: Se refiere a la capacidad ácido neutralizante que posee una solución. Esta es identificada a través de la medición del pH e indica el cambio que se obtendrá tras el aumento de ácidos (59).
- Ambiente: Es el conjunto de factores externos, ya sean biológicos, geológicos, climáticos, hidrológicos y atmosféricos, que inciden sobre una comunidad u organismo (60).
- Aguas residuales: Son cuerpos de agua perjudicados por causas antropogénicas. Debido a sus características, no poseen valor inmediato alguno (61).

- Aguas superficiales: Son cuerpos de agua que se encuentra disponibles en al nivel del suelo. Estos tienen su origen en las lluvias o en la elevación de aguas subterráneas. Tras asentarse en la superficie, suelen establecer un recorrido entre lugares, ya sea en forma de ríos, arroyos o corrientes marinas. Asimismo, existen espacios donde se acumulan de manera estática, como los lagos, lagunas y embalses (62).
- Aguas negras: Son aquellas aguas que han sido contaminadas por residuos fecales y con orina, ya sea de origen animal o humano. Por su composición, poseen materia orgánica y patógenos que contaminan rápidamente al conjunto de agua (63).
- Bacterias anaerobias: Son aquellas bacterias que poseen un metabolismo que funciona a partir de organismos con ausencia de oxígeno. El proceso por el cual realizan dicho metabolismo es la fermentación. Estas proceden de aguas depositadas en las profundidades o en grietas hidrotermales marinas (64).
- Biodegradable: Se refiere a aquellos sólidos que sirven para el consumo de microorganismos (65).
- Calidad: Hace referencia al cumplimiento de un nivel mínimo de requisitos (66).
- Cuerpo receptor: Se refiere a cualquier cuerpo de agua que reciba aguas residuales; estos pueden ser el océano, aguas subterráneas, lagos, ríos, entre otros (67)-
- Contaminación: Se refiere a la presencia de sustancias o agentes que naturalmente no deberían hallarse en un ecosistema o cuerpo de agua (68).
- Contaminación ambiental: Se refiere a la presencia de agentes tóxicos, que ponen en peligro a quienes habitan en un espacio, como a aquellos seres vivos que recurren a dicho lugar para desarrollar sus actividades (69).
- Disoluciones: Se refiere a la combinación homogénea de más de dos sustancias en una única fase.
- Disposición final: Se refiere al proceso de aislamiento y confinamiento de residuos sólidos en áreas determinadas. Esto se suele realizar con elementos que no pueden ser recuperados, los cuales son tratados para evitar una mayor contaminación que ponga en peligro la salud pública y afecte del medio ambiente (70).
- ECA: Es un instrumento de gestión ambiental utilizado para medir la calidad ambiental en el país (71).

- Efluentes: Se refiere a todo desecho líquido que desemboca en la naturaleza desde cualquier punto de origen (72).
- Impacto ambiental: Se refiere a la alteración ambiental generada por alguna actividad humana (73).
- Muestra: Se refiere a la extracción de una fracción concreta de un cuerpo a fin de obtener una representación del mismo. Para ello, se establecen una serie de condiciones: cantidad, momento y lugar (74).
- Parámetro: Son índices o relación de las medidas de determinación.
- Percolación: Se refiere al proceso por el cual el agua se filtra hacia las capas bajas del suelo (75).
- Renovable: Son aquellos recursos que nos proporciona la naturaleza y que no están alterados por el ser humano (76).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

1.8 Método y alcance de la investigación

1.8.1 Método de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada. Su finalidad es resolver problemas prácticos en función a las necesidades de la sociedad. Para dicho fin, se estudiarán eventos y fenómenos de la vida real y se usará el conocimiento adquirido a través de la investigación básica (77). A continuación, se explican algunos términos:

Nivel descriptivo: Se observaron, analizaron e interpretaron los resultados de las muestras de la naturaleza actual y la composición de los fenómenos.

Enfoque cuantitativo: Se recogieron y analiza datos para contestar las preguntas de la hipótesis, que permitan probar la afirmación o negación basadas en mediciones numéricas (13).

No experimental: En esta investigación, la variable no fue manipulada por los investigadores.

1.8.2 Alcance de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en el km 13 del centro poblado de Pampachacra, ubicado a una latitud de 4 151 ms. n. m, latitud sur de 12° 49' 21 22" ms. n. m y latitud oeste 74° 54 47 27" ms. n. m. A este se llega por la vía Huancavelica–Lircay. Hace 15 años, en este lugar, inició el funcionamiento de un botadero que ocupaba un área de 10,32 mts, y ha sido administrado por la Municipalidad Provincial de Huancavelica. En la actualidad, la comunidad arroja un promedio de 35,23 toneladas de residuos sólidos al día (residuos orgánicos, inorgánicos y reciclables).

Sin embargo, el vertedero ha representado un problema social y ambiental para la población, ya que se ubica alrededor de bofedales (ojonales), lo cual ha incrementado el mal manejo de los residuos sólidos, pues han sido afectados gravemente por los lixiviados. Por ello, la presente investigación busca determinar el impacto de la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en la calidad de agua. Para dicho fin, se realizará un análisis fisicoquímico y microbiológico en cuatro puntos diferentes, que permitirá evaluar si este líquido se encuentra dentro del Estándar de Calidad Ambiental para Agua (D. S. N° 004-2017-MINAM).

Límites del centro poblado de Pampachacra

1.10 Población y muestra

1.10.1 Población

Los ojonaes son humedales de alturas, conocidos también como praderas nativas; estos son extensos con permanente humedad y están ubicados sobre los 3,800 metros de altura. En estos lugares crece flora (vegetales hidrofíticos). Aquí, también, se almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales y, principalmente, de afloramiento superficial de aguas subterráneas. Alrededor del ex botadero de Pampachacra se encuentran bofedales, cuya calidad de agua ha sido deteriorada por las actividades cotidianas durante el funcionamiento del botadero de residuos sólidos. Sin embargo, los pobladores de la comunidad utilizan estas aguas para el riego de pastizales y para la agricultura.

En este marco, en la siguiente investigación, la población se encuentra conformada por el cuerpo de agua de todos los ojonaes (bofedales) que se encuentran alrededor del ex botadero de Pampachacra.

1.10.2 Muestra

Las muestras que se analizaron fueron obtenidas de cuatro puntos diferentes, gracias a la accesibilidad del ex botadero de Pampachacra. Para ello, se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, que consiste en seleccionar aquellos casos de facilidad de acceso que aceptan ser incluidos (80).

FIGURA 2: Mapa de ubicación del ex botadero de Pampachacra para el muestreo de agua.



Fuente: Elaboración propia

1.11 Técnica e instrumentos de recolección de datos

1.11.1 Técnica de recolección de datos

1.11.1.1 Fase campo

➤ Ubicaciones de puntos de muestreo

Para la ubicación de los cuatro puntos, se tomó en cuenta la accesibilidad. Esto permitió un rápido y seguro acceso a los lugares establecidos para la toma de muestra. Asimismo, para obtener las estaciones de muestreo georreferenciadas, se utilizó la proyección *Universal Transverse Mercator* (UTM) con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

TABLA 2: Coordenadas y altitud de las estaciones de muestreo.

Estación de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud MS.N.M
	Norte	Este	
P1	509541.88	8582587.84	3720 m.s.n.m

P2	509550.14	8582515.91	3720 m.s.n.m
P3	509545.13	8582387.78	3720 m.s.n.m
P4	509459.93	8582638.28	3720 m.s.n.m

Fuente: Elaboración propia

1.11.1.2 Toma de muestra

Para la toma de muestras, se llevaron a cabo los siguientes procedimientos de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales (R.D. N° 2254/2007/DIGESA/SA)

- ❖ La tesista se colocó los equipos de protección personal (guardapolvo, guantes y mascarilla) antes del inicio de la toma de muestra de agua.
- ❖ Se eligieron los materiales de muestreo de agua (envases, registros).
- ❖ Los recipientes para la toma de muestra fueron identificados correctamente con una etiqueta para muestras de agua escrita con letra clara y legible.
- ❖ Se tomó la muestra en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a analizar.
- ❖ Para la toma de muestra fisicoquímica, se enjuagaron los envases y se utilizaron frascos de plásticos de 1 litro, los cuales se sumergieron a 20 cm por debajo de la superficie.
- ❖ Para la toma de muestra microbiológica, se utilizaron frascos de vidrio de 1 litro esterilizados. Esta se realizó a una profundidad de 30cm de superficie. La toma fue directa, no se enjuagó el envase y se dejó un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco.
- ❖ Las muestras recolectadas se conservaron en el cooler a temperatura indicada; posteriormente, se transportaron al laboratorio para el análisis señalado.

1.11.1.3 Fase laboratorio

- Entrega de muestra al laboratorio
 - Las muestras fisicoquímicas tomadas en el campo se entregaron al laboratorio en el menor tiempo posible (dentro de las 24 horas).

- Las muestras microbiológicas tomadas en el campo se entregaron al laboratorio dentro de 6 horas (refrigeradas a 4°C).

➤ Análisis de muestra

Las muestras obtenidas en campos se analizaron en la Dirección Regional de Salud en el Laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DIRESA-DESA-HVCA).

- Análisis fisicoquímico

Para el análisis fisicoquímico de las muestras, se utilizaron diferentes equipos de medición: el equipo de pH metro, con el que se midió el pH; el medidor de conductividad, para medir conductividad y temperatura; y el equipo de turbidímetro, con el que se midió la turbiedad de las muestras; asimismo, los demás parámetros fueron medidos con tituladora digital, que a su vez utilizó diferentes reactivos de acuerdo a la cantidad necesitada para cada parámetro (color, nitrato, sulfato, cloruro y dureza total). Finalmente, se obtuvieron los resultados de cada parámetro que permitió compararlos con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (D. S. N° 004-2017-MINAM).

- Análisis microbiológico

Para el análisis de las muestras microbiológicas, se siguió el procedimiento de APHA (2005); asimismo, para la determinación de los parámetros de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) se realizó el método de número más probable (NMP). Para los coliformes totales, se sembró lauril sulfato de sodio y la resiembra de los tubos positivos en caldo Brilla, ambos incubados a 37 °C (+0.5) y se realizaron conteos a las 24 y 48 horas. Los coliformes fecales se determinaron con la resiembra de los tubos positivos de caldo de lauril sulfato a caldo de EC, cuya incubación se realizó a 45 °C por 48 horas.

➤ Procesamiento de información

Una vez obtenidos los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se realizó la interpretación adecuada de cada uno de los parámetros evaluados y se comparó con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D. S.

N° 004-2017-MINAM). Del mismo modo, para la elaboración de las barras estadísticas se utilizó el Software Microsoft Excel versión 2020.

1.11.2 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de las muestras:

1.11.2.1 *Instrumentos de laboratorio*

- Medidor multiparámetro: También se le conoce como peachímetro. Es un equipo de medición para realizar el monitoreo de calidad de agua. Mide, principalmente, los parámetros físicos, químicos, como el pH, temperatura y conductividad. Estas mediciones se realizan en la muestra de agua tomada en campo (81).
- Medidor de turbidez (turbidímetro): Es el equipo de medición que se utiliza para medir las partículas suspendidas de un líquido mostrando valores en NTU. Aporta resultados fiables y de alta precisión (82).
- Titulador digital: Es un equipo que determina la cantidad de una sustancia o de un grupo de sustancias químicas. Se realiza mediante un procedimiento gota a gota (83).
- Matraz: En un frasco de vidrio transparente de forma cónica, de base ancha y alargada, con una abertura en el extremo estrecho, graduación esmaltada y con un cuello cilíndrico estrecho con labio reforzado (84).
- Pipeta: Es un instrumento que permite transferencia, de un volumen generalmente no mayor a 20 ml, de un recipiente a otro de forma exacta (84).
- Tubos de ensayo: Estos instrumentos permiten la preparación de soluciones (84).
- Mechero: Instrumento utilizado en laboratorios para calentar muestras y sustancias químicas (84).
- Caldo lauril sulfato: Es un medio de cultivo selectivo recomendado para la enumeración de coliformes en agua.
- Refrigerador de laboratorio: Es el equipo que consiste en mantener, en un ambiente controlado (espacio refrigerado), diversos fluidos y sustancias, para que los mismos se conserven en buenas condiciones; mientras más baja sea la temperatura, menor es la actividad química y biológica (84).

- Autoclave: Es el equipo que trabaja con vapor de agua a alta presión y alta temperatura. Sirve para esterilizar material médico o de laboratorio, ya que inactiva todos los virus y bacterias. Se utiliza, principalmente, en la industria química (84).
- Incubadora de laboratorio: Se utiliza para cultivar y mantener cultivos microbiológicos o cultivos celulares (84).

1.11.2.2 *Formatos de campo*

- Formato de registro de datos de campo
- Etiqueta para muestras de agua
- Cadena de custodia
- Formato de identificación del punto de monitoreo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.12 Resultados del tratamiento y análisis de la información

1.12.1 Parámetros fisicoquímicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra

Las muestras recolectadas en el campo fueron de cuatro puntos (P1, P2, P3 y P4) del ex botadero del centro poblado de Pampachacra. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos como turbiedad, pH, conductividad, temperatura, color, cloruros, sulfato, dureza total y nitrato. Asimismo, se utilizaron los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECAs) establecidos en la normativa vigente D. S. N° 004-2017-MINAM y se evaluaron las categorías 1 (población y recreacional) y 3 (riego de vegetales y bebida de animales).

1.12.1.1 Análisis fisicoquímico en P-1

TABLA 3: Resultados de los parámetros fisicoquímicos en P-1.

PARÁMETROS	RESULTADOS	ECA –AGUA						
		Categoría 1			Categoría 3			
		Sub categoría A			Sub categoría B		Sub categoría D	
					B1	B2		
		A1	A2	A3			D1	D2
Turbiedad (UNT)	18.50	5	100	-----	100	---	----	----
pH (val.de pH)	9.31	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6.0-9.0	---	6.5-8.5	6.5-8.4
Conductividad (umho/cm)	172.7	1500	1600	----	----	----	2500	2500
Temperatura (°C)	19.1	Δ 3	Δ 3	----	----	---	Δ 3	Δ 3
Color(UCV-Pt/Co)	332	15	100	-----	SCN	SCN	100(a)	100(a)
Cloruros (mg/L)	2.70	250	250	250	----	-----	500	---
Sulfato (mg/L)	12	250	500	---	----	----	1000	1000
Dureza total (mg/L)	560	500	----	----	----	----	---	---
Nitratos (mg/L)	16.60	50	50	50	10	---	100	100

Fuente: Elaboración propia

Para la sub categoría A-A1, los parámetros que sobrepasaron los niveles de ECAs son los siguientes: turbiedad con valor de 18,5 UNT, pH con valor de 9,31 val.de pH, color con valor de 332 UCV-Pt/Co y dureza total con valor de 560 mg/L; sin embargo, los parámetros como conductividad con valor de 172,7 Umho/Cm, temperatura con valor de Δ 3, cloruro con valor de 2,7 mg/L, sulfato con valor de 12 mg/l, nitrato con valor de 16,6 mg/L están debajo del nivel de ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2, A3, el parámetro que sobrepasó los niveles de ECAs fue el pH con valor de 9,31 val.de pH (el valor permitido de este parámetro es de 5,5-9,0 val.de pH). Los demás parámetros están debajo del nivel de ECAs y son permitidos por la ley.

En la sub categoría B-B1, los parámetros fisicoquímicos analizados están debajo del nivel de los ECAs. Cabe agregar que en la sub categoría B2 no cuenta con valores permitidos.

Para la sub categoría D-D1, el parámetro que sobrepasó a los niveles de ECAs fueron el pH con valor de 9,31 val.de pH, (el valor permitido de este es de 5,5-9,0 val.de pH). Los demás parámetros están debajo del nivel permitido del ECAs. Asimismo, para la sub categoría D-D2, el parámetro que sobrepasa a los niveles de ECAs es pH con valor de 9,31 val.de pH (el valor permitido de este es de 5,5.-9,0 val.de pH); los demás parámetros están debajo del nivel permitido del ECAs.

1.12.1.2 *Análisis fisicoquímico en P-2*

TABLA 4: Resultados de los parámetros fisicoquímicos P-2.

PARÁMETROS	RESULTADOS	ECA-AGUA						
		Categoría 1					Categoría 3	
		Sub categoría A			Sub categoría B		Sub categoría D	
					B1	B2		
		A1	A2	A3			D1	D2
Turbiedad (UNT)	1.94	5	100	----	100	---	----	----
pH (val de pH)	8.87	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6.0-9.0	---	6.5-8.5	6.5-8.4
Conductividad (umho/cm)	78.1	1500	1600	----	----	----	2500	2500
Temperatura (°C)	19.1	Δ 3	Δ 3	----	----	---	Δ 3	Δ 3
Color (UCV-pt/Co)	63	15	100	----	SCN	SCN	100(a)	100(a)
Cloruro (mg/L)	1.5	250	250	250	----	----	500	---
Sulfato (mg/L)	8	250	500	---	----	----	1000	1000

Dureza total (mg/L)	208	500	----	----	----	----	---	---
Nitratos (mg/L)	5.70	50	50	50	10	---	100	100

Fuente: Elaboración propia

Para la sub categoría A-A1, los parámetros que sobrepasaron los niveles de ECAs fueron pH, con valor de 8,78 val.de pH y color, con valor de 63 UCV-pt/Co; sin embargo, los parámetros como turbiedad con valor de 1,94 UNT, conductividad con valor de 78,1 UCV-pt/Co, temperatura con valor de Δ 3, cloruro con valor de 1,5mg/L-, sulfato con valor de 8 mg/l, nitrato con valor de 5,7mg/L y dureza total con valor de 208mg/L están debajo del nivel de ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2-A3, los parámetros fisicoquímicos analizados se encuentran debajo del nivel de ECAs.

Para la sub categoría B-B1, los parámetros fisicoquímicos están por debajo del nivel de ECAs. Cabe agregar que la sub categoría B2 no tiene valores establecidos.

En la sub categoría D-D1, el parámetro que sobrepasa el nivel de ECAs es pH con valor de 8,78 val.de pH (el valor permitido es de 6,5-8,5 val.de pH). Los demás parámetros se encuentran debajo del nivel permitido del ECAs. Asimismo, para la sub categoría D-D2, el parámetro que sobrepasa el nivel de ECAs es pH con valor de 8,78 val.de pH (el valor permitido es de 6,5-8,4 val.de pH); los parámetros analizados se encuentran debajo del nivel permitido del ECAs.

1.12.1.3 *Análisis fisicoquímico en P-3*

TABLA 5: Resultados de parámetros fisicoquímico P-3.

ECA – AGUA								
PARÁMETROS	Resultados	Categoría 1			Categoría 3			
		Sub categoría A			Sub categoría B		Sub categoría D	
		A1	A2	A3	B1	B2	D1	D2
Turbiedad (UNT)	6.69	5	100	-----	100	---	----	----
pH (val de pH)	7.73	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6.0-9.0	---	6.5-8.5	6.5-8.4
Conductividad (umho/cm)	248	1500	1600	----	----	---	2500	2500
Temperatura (°C)	19.6	Δ 3	Δ 3	----	----	---	Δ 3	Δ 3
Color (UCV-pt/Co)	219	15	100	-----	SCN	SCN	100(a)	100(a)
Cloruro (mg/L)	3.80	250	250	250	----	-----	500	---
Sulfato (mg/L)	11	250	500	---	----	----	1000	1000

Dureza total(mg/L)	540	500	----	----	----	----	---	---
Nitratos (mg/L)	16.60	50	50	50	10	---	100	100

Fuente: Elaboración propia

Para la sub categoría A-A1, los parámetros que sobrepasaron los niveles de ECAs son turbiedad con valor de 6,69 UNT, color con valor de 219 UCV-pt/Co y dureza total con valor de 540mg/L; sin embargo, los parámetros como pH con valor de 7,73 val.de pH, conductividad con valor de 2,48 UCV-pt/Co, temperatura con valor de Δ 3, nitrato con valor de 16,6 mg/L, sulfato con valor de 11 mg/L y cloruro con valor de 3,8mg/L se encuentran debajo del nivel de ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2, el parámetro que sobrepasó el nivel del ECAs es color con valor de 219 UCV-pt/Co (el valor permitido es de 100 UCV-pt/Co). Para la sub categoría A-A3, los parámetros establecido son pH, cloruro y nitrato; estos no sobrepasan el nivel de ECAs.

En la sub categoría B-B1, el parámetro que sobrepasó el valor permitido del ECAs es nitrato con valor de 16,60 mg/L (el valor permitido para este parámetro es de 10mg/L). La sub categoría B2 no tiene valores de ECAs.

Para la sub categoría D-D1, D2, el parámetro que sobrepasó el valor permitido del ECAs es color con valor de 219 UCV-pt/Co (el valor permitido para este parámetro fisicoquímico es de 100 UCV-pt/Co). Los demás parámetros analizados no sobrepasan el nivel permitido de ECAs.

1.12.1.4 *Análisis fisicoquímico en P-4*

TABLA 6: Resultados de parámetros fisicoquímicos P-4.

PARÁMETROS	RESULTADOS	ECA-AGUA						
		Categoría 1				Categoría 3		
		Sub categoría A			Sub categoría B		Sub categoría D	
		A1	A2	A3	B1	B2	D1	D2
Turbiedad (UNT)	28.70	5	100	----	100	---	----	----
pH (val de pH)	8.39	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6.0-9.0	---	6.5-8.5	6.5-8.4
Conductividad (umho/cm)	61.4	1500	1600	----	----	----	2500	2500
Temperatura (°C)	19.6	Δ 3	Δ 3	----	----	---	Δ 3	Δ 3
Color (UCV-pt/Co)	172	15	100	----	SCN	SCN	100(a)	100(a)
Cloruro (mg/L)	1.40	250	250	250	----	-----	500	---

Sulfato (mg/L)	9	250	500	---	----	----	1000	1000
Dureza total (mg/L)	148	500	----	----	----	----	---	---
Nitratos (mg/L)	11.90	50	50	50	10	---	100	100

Fuente: Elaboración propia

Para la sub categoría A-A1, los parámetros que sobrepasan al nivel de ECAs son turbiedad con valor de 28,7 UNT y color con valor de 172 UCV-pt/Co; sin embargo, los parámetros como conductividad con valor de 61,4 umho/cm, temperatura con valor de Δ 3, pH con valor de 8,39 val de pH, dureza total con valor de 148mg/L, sulfato con valor de 9mg/L y nitrato con valor de 11,9mg/L se encuentran debajo del nivel de ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2, el parámetro que sobrepasó el nivel del ECAs es color con un valor de 172 UCV-pt/Co (el valor permitido para este parámetro es 100 UCV-pt/Co). Para la sub categoría A-A3, los parámetros permitidos son pH, cloruro y nitrato; los valores de estos parámetros analizados se encuentran debajo del nivel de ECAs permitido por la ley.

En la sub categoría B-B1, los parámetros que deben ser analizados, según el D.S. N°004-2017-MINAM(ECA-AGUA), son turbiedad, pH y nitrato; se concluyó que los parámetros analizados se encuentran debajo el nivel del ECAs. Para la sub categoría B2, no se encuentran parámetros establecidos en la normativa mencionada.

Para la sub categoría D-D1, D2, el parámetro que sobrepasó el nivel de ECAs es color con valor de 172 UCV-pt/Co (el valor permitido de este parámetro es de 100 UCV-pt/Co). Los parámetros mencionados anteriormente se encuentran debajo el nivel permitido del ECAs.

1.12.2 Parámetros microbiológicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra

1.12.2.1 Análisis microbiológico en P-1

TABLA 7: Resultados microbiológicos P-1.

PARÁMETROS	Resultados	ECA-AGUA							
		Categoría 1						Categoría 3	
		Sub categoría A			Sub categoría B			Sub categoría D	
		A1	A2	A3	B1	B2		D1	D2
Coliformes totales	1.8	20	2000	20000	200	1000		1000	2000
Coliformes fecales	23	50	---	---	---	----		---	---

Fuente: Elaboración propia

En la sub categoría A-A1, los parámetros que se analizaron están relacionados con los coliformes totales con valor de 1,8NMP/100 mL (el valor permitido es de 20 NMP/100mL) y coliformes fecales con valor de 23NMP/100mL, (el valor permitido es de 50 NMP/100mL); se concluyó que estos se encuentran debajo del nivel de ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2, el parámetro de coliformes totales con valor de 1,8NMP/100mL (el valor permitido es de 2000 NMP/100mL) no sobrepasa al valor del nivel del ECAs. Para el parámetro coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A3, el parámetro de coliformes totales con valor de 1,8NMP/100m. (el valor permitido es de 20000 NMP/100mL) no sobrepasa al valor permitido del ECAs; finalmente, para el parámetro coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs.

En la sub categoría B-B1, el parámetro de coliformes totales con valor de 1,8 NMP/100mL (el valor permitido es de 200 NMP/100mL) no sobrepasa al valor permitido del ECAs. Para el parámetro coliformes fecales, no establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría B-B2, el parámetro de coliformes totales con valor 1,8NMP/100mL (el valor permitido es de 1000 NMP/100mL) no sobrepasa el valor permitido del ECAs. Para el parámetro coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs.

Para la sub categoría D-D1 (agua para riego no restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 1,8NMP/100mL (el valor permitido es de 1000 NMP/100mL) no sobrepasa al valor permitido del ECAs; para el parámetro coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs. Para la sub categoría D1 (agua para riego restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 1,8 NMP/100mL (el valor permitido es de 2000 NMP/100 mL) no sobrepasa al valor permitido del ECAs. Para el parámetro coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría D-D2, el parámetro de coliformes totales con valor 1,8NMP/100mL (el valor permitido es de 1000 NMP/100mL) no sobrepasa el nivel permitido del ECAs. Para el parámetro coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs.

1.12.2.2 *Análisis microbiológico en P-2*

TABLA 8: Resultados microbiológicos P-2.

PARÁMETROS	Resultados	ECA-AGUA							
		Categoría 1				Categoría 3			
		Sub categoría							
		Sub categoría A			B		Sub categoría D		
		B1							
		A1	A2	A3		B2		D1	D2
Coliformes totales	33	20	2000	20000	200	1000	1000	2000	1000
Coliformes fecales	2	50	---	---	---	----	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

Para la sub categoría A-A1, los parámetros analizados son coliformes totales con valor de 33 NMP/100mL (el valor permitido es de 20 NMP/100 mL), los cuales sobrepasaron el nivel permitido del ECAs y coliformes fecales con valor de 2 NMP/100mL (el valor permitido de 50NMP/100mL), que sobrepasaron el nivel del ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2, el parámetro de coliformes totales con valor de 33NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 2000 NMP/100mL) no sobrepasó al valor del nivel de ECAs; para coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs. Con respecto a la sub categoría A-A3, el parámetro de coliformes totales con valor de 33NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 20000 NMP/100mL) no sobrepasa al valor del nivel de ECAs. Para coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs.

En la sub categoría B-B1, el parámetro de coliformes totales con valor de 33NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 200 NMP/100mL) no sobrepasa el valor del nivel de ECAs; para coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría B-B2, el parámetro de coliformes totales con valor de 33 NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 1000 NMP/100mL) no sobrepasa al valor del nivel de ECAs. Para coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs.

Para la sub categoría D-D1 (agua para riego no restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 33 NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 1000 NMP/100mL) no sobrepasa al valor permitido del ECAs, mientras que para el parámetro coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs. Para la sub categoría D-D1 (agua para riego restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 33 NMP/100ml (el valor permitido del ECAs es de 2000NMP/100mL) no sobrepasa al valor establecido de

ECAs, mientras que para los coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la categoría D-D2, el parámetro de coliformes totales con valor de 33 NMP/100mL (el valor permitido de ECAs es de 1000 NMP/100 mL) no sobrepasa el valor establecido de ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs.

1.12.2.3 *Análisis microbiológico en P-3*

TABLA 9: Resultados microbiológicos P-3.

PARÁMETROS	Resultados	ECA-AGUA							
		Categoría 1				Categoría 3			
		Sub categoría A			Sub categoría B		Sub categoría D		
		A1	A2	A3	B1	B2	D1	D2:	
Coliformes totales	23000	20	2000	20000	200	1000	1000	2000	1000
Coliformes fecales	1.8	50	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

Para la sub categoría A-A1, los parámetros analizados fueron los coliformes totales con valor de 23000NMP/100mL (el valor permitido es de 20 NMP/100 mL), que sobrepasaron el nivel permitido del ECAs; y los coliformes fecales con valor de 1.8 NMP/100mL (el valor permitido de 50NMP/100mL), que no sobrepasaron el nivel del ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2, el parámetro de coliformes totales con valor de 23000NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 2000 NMP/100mL) sobrepasó al valor del nivel de ECAs, mientras que para los coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A3, el parámetro de coliformes totales con valor de 23000NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 20000 NMP/100mL) sobrepasó el valor del nivel de ECAs. Para coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs.

En la sub categoría B-B1, el parámetro de coliformes totales con valor de 23000 NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 200 NMP/100mL) sobrepasó el valor del nivel de ECAs, mientras que para los coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría B-B2, el parámetro de coliformes totales con valor de 2300 NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 1000 NMP/100mL) sobrepasó al valor del nivel de ECAs , mientras que para los coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs.

Para la sub categoría D-D1 (agua para riego no restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 23000NMP/100mL (el valor admitido del ECAs es de 1000 NMP/100mL) sobrepasó al valor permitido del ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. De igual manera, para la sub categoría D-D1 (agua para riego restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 23000NMP/100mL (el valor permitido del ECAs es de 2000NMP/100mL) sobrepasó el valor establecido de ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para categoría D-D2, el parámetro de coliformes totales con valor de 23000NMP/100mL (el valor admitido de ECAs es de 1000 NMP/100mL) sobrepasó el valor establecido de ECAs, mientras que, para coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs.

1.12.2.4 *Análisis microbiológico en P-4*

TABLA 10: Resultados microbiológicos P-4.

PARÁMETROS		ECA-AGUA							
		Categoría 1					Categoría 3		
		Sub categoría A			Sub categoría B		Sub categoría D		
					B1	B2			
		A1	A2	A3			D1	D2	
Coliformes totales	23	20	2000	20000	200	1000	1000	2000	1000
Coliformes fecales	1.8	50	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

Para la sub categoría A-A1, los parámetros analizados son coliformes totales con valor de 23 NMP/100ml (el valor aceptado es de 20 NMP/100 ml). Estos sobrepasaron el nivel permitido del ECAs, mientras que los coliformes fecales con valor de 1.8NMP/100ml (el valor aceptado de 50NMP/100ml) no sobrepasaron el nivel del ECAs. Asimismo, para la sub categoría A-A2, el parámetro de coliformes totales con valor de 23NMP/100ml (el valor aceptado es de 2000 NMP/100ml) no sobrepasó el valor del nivel de ECAs, mientras que, para coliformes fecales, no se establecieron datos para ECAs. Para la sub categoría A-A3, el parámetro de coliformes totales con valor de 23NMP/100ml (el valor aceptado del ECAs es de 20000 NMP/100ml) no sobrepasó al valor del nivel de ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs.

Para la sub categoría B-B1, el parámetro de coliformes totales con valor de 23NMP/100ml (el valor aceptado es de 200 NMP/100ml) sobrepasó al valor del nivel de ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría B-B2, el parámetro de coliformes totales con valor de 23 NMP/100ml (el valor aceptado es de 1000 NMP/100ml) no sobrepasó el valor del nivel de ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs.

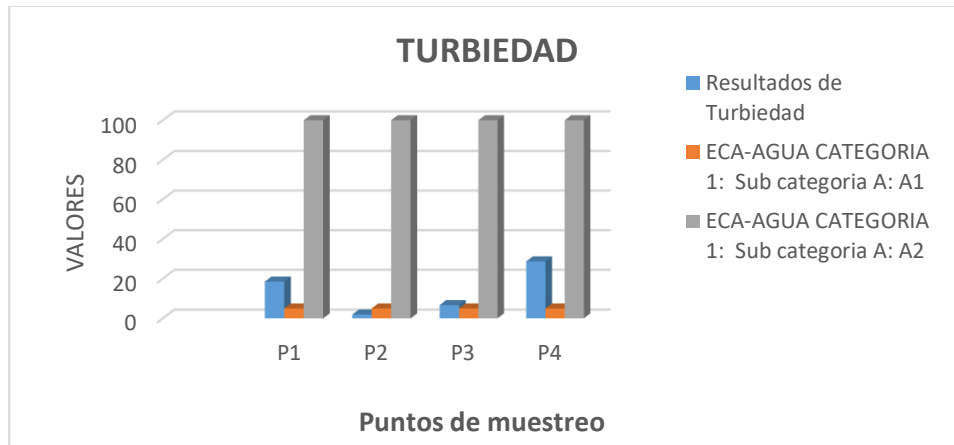
Para la sub categoría D-D1 (agua para riego no restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 23NMP/100ml (el valor aceptado es de 1000 NMP/100ml) no sobrepasó el valor permitido del ECAs, mientras que para el parámetro coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. Asimismo, para la sub categoría D-D1 (agua para riego restringido), el parámetro de coliformes totales con valor de 23NMP/100ml (el valor aceptado del ECAs es de 2000NMP/100ml) no sobrepasó al valor establecido de ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs. Para la categoría D-D2, el parámetro de coliformes totales con valor de 23NMP/100ml (el valor aceptado de ECAs es de 1000 NMP/100ml) no sobrepasa el valor establecido de ECAs, mientras que para coliformes fecales no se establecieron datos para ECAs.

1.12.3 Calidad de agua de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra

El análisis de la calidad de agua se determinará por cada parámetro ya establecido, lo cual se muestra en los siguientes gráficos:

A. Turbiedad

FIGURA 3: Turbiedad y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

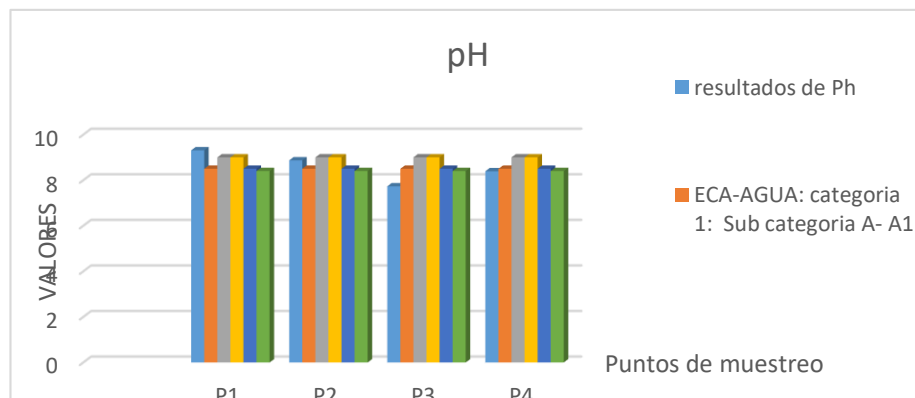
En la categoría 1: A-A1, las concentraciones de turbiedad que se analizaron en los puntos P1 (18,5 UNT), P3 (6,69 UNT) y P4 (28,7 UNT) se encuentran por encima del nivel permitido de los ECAs para agua (5 UNT). En relación a la sub categoría A2, las concentraciones de turbiedad que se analizaron (los puntos P1(18,5 UNT), P2(1,94 UNT), P3(6,69 UNT) y P4(28,7UNT)) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (100 UNT).

Se generó un promedio general de la turbiedad para la sub categoría A: A1 y se obtuvo como resultado (13,95 UNT) que esta sobrepasa los niveles de ECAs (5 UNT). Las demás subcategorías se encuentran por debajo del rango permitido de ECAs.

B. pH

C. Estándar de calidad

FIGURA 4: pH y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

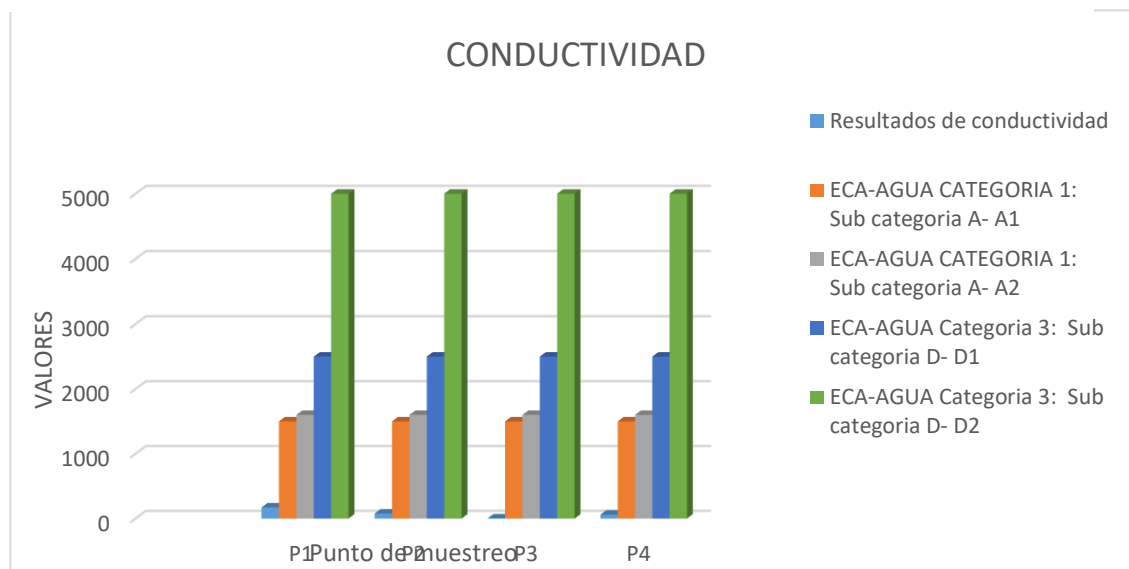
En la categoría 1: A-A1, las concentraciones de pH que se analizaron en los puntos P1 (9,31 val.de pH), P2 (8,87 val.de pH) y P4 (8,39 val.de pH) se encuentran por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (8,5 val.de pH). En la sub categoría A-A2, las concentraciones de pH que se analizaron en el punto P1(9,31 val.de pH) se encuentran por encima del nivel permitido establecido en los ECAs para agua (9 val.de pH); sin embargo, los puntos P2 (8,87 val.de pH), P3 (7,73 val.de pH) y P4 (8,39 val.de pH) se encuentran debajo del nivel permitido establecido en los ECAs para agua (9 val.de pH). En la sub categoría B: B1, las concentraciones de pH que se analizaron en los puntos P1(9,31 val.de pH) se encuentran por encima del nivel permitido establecido en los ECAs para agua (9 val.de pH); sin embargo, los puntos P2 (8,87 val.de pH), P3 (7,73 val.de pH) y P4 (8,39 val.de pH) se encuentran debajo del rango permisible establecido en los ECAs para agua (9 val.de pH).

Para la categoría 3: D-D1, se analizaron los puntos P1(9,31 val.de pH), que se encuentra por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (8,5 val.de pH); sin embargo, los puntos P2 (8,87 val.de pH), P3 (7,73 val.de pH) y P4 (8,39 val.de pH) se encuentran debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (8,5 val.de pH). En la sub categoría D2, se observan las concentraciones de pH que se analizaron en los puntos P1(9,31 val.de pH); se llegó a la conclusión de que se encuentran por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (8,4 val.de pH); sin embargo, los puntos P2 (8,87 val.de pH), P3 (7,73 val.de pH) y P4 (8,39 val.de pH) se encuentran debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (8,4 val.de pH).

Se generó un promedio general de pH y se obtuvo como resultado 8,55 val.de pH, que sobrepasa los niveles de ECAs. En la sub categoría A: A1 se obtuvo 8,5 val.de pH; en la sub categoría D: D1, 8,5 val.de pH; mientras que en la sub categoría D2, 8,4 val.de pH. Las demás subcategorías se encuentran por debajo del nivel permitido de ECAs.

D. Conductividad

FIGURA 5: Conductividad y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

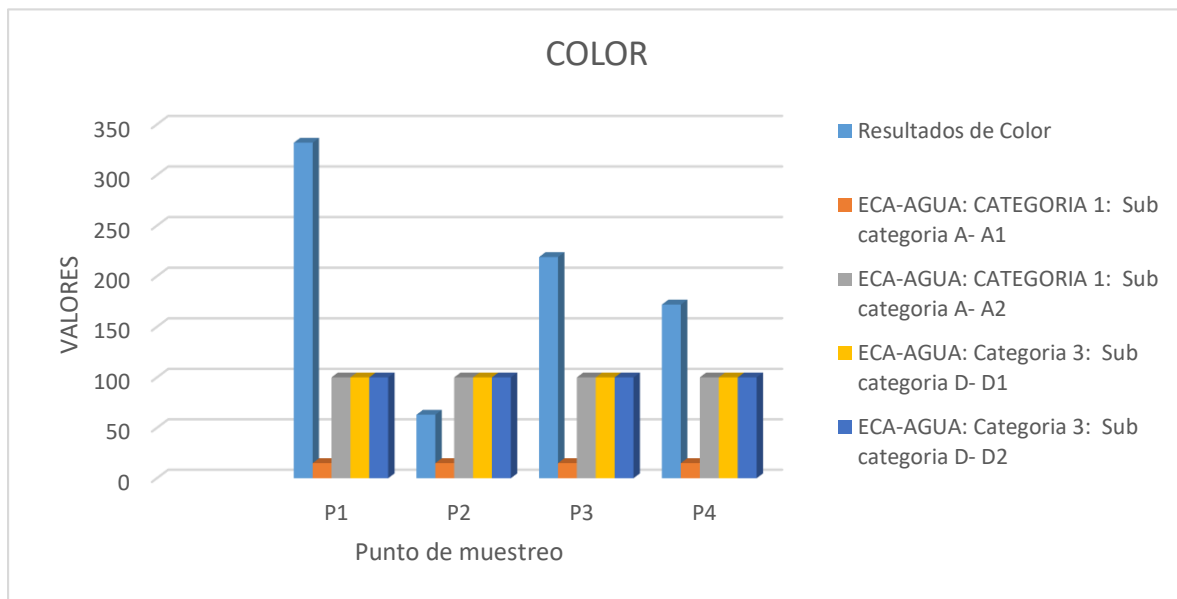
Para la categoría 1: A-A1, las concentraciones de conductividad que se analizaron en los puntos P1 (172,7 umho/cm), P2 (78,1 umho/cm), P3 (2,48 umho/cm) y P4 (61,4 umho/cm) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (1500 umho/cm). En la sub categoría: A-A2, se observan las concentraciones de conductividad que se analizaron en la época lluviosa. Los puntos P1 (172,7 umho/cm), P2 (78,1 umho/cm), P3 (2,48 umho/cm) y P4 (61,4 umho/cm) se encuentran por debajo del nivel aceptado en los ECAs para agua (1600 umho/cm).

En la categoría 3: D- D1, los puntos P1 (172,7 umho/cm), P2 (78,1 umho/cm), P3 (2,48 umho/cm) y P4 (61,4 umho/cm) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (2500 umho/cm). En la sub categoría D2, las concentraciones de conductividad que se analizaron en los puntos P1 (172,7 umho/cm), P2 (78,1 umho/cm), P3 (2,48 umho/cm) y P4 (61,4 umho/cm), se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (5000 umho/cm).

Finalmente, se generó un promedio general de conductividad y se obtuvo como resultado 78,67 umho/cm, lo cual indica que esta se encuentra por debajo del nivel permitido de ECAs (248 umho/cm).

E. Color

FIGURA 6: Color y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

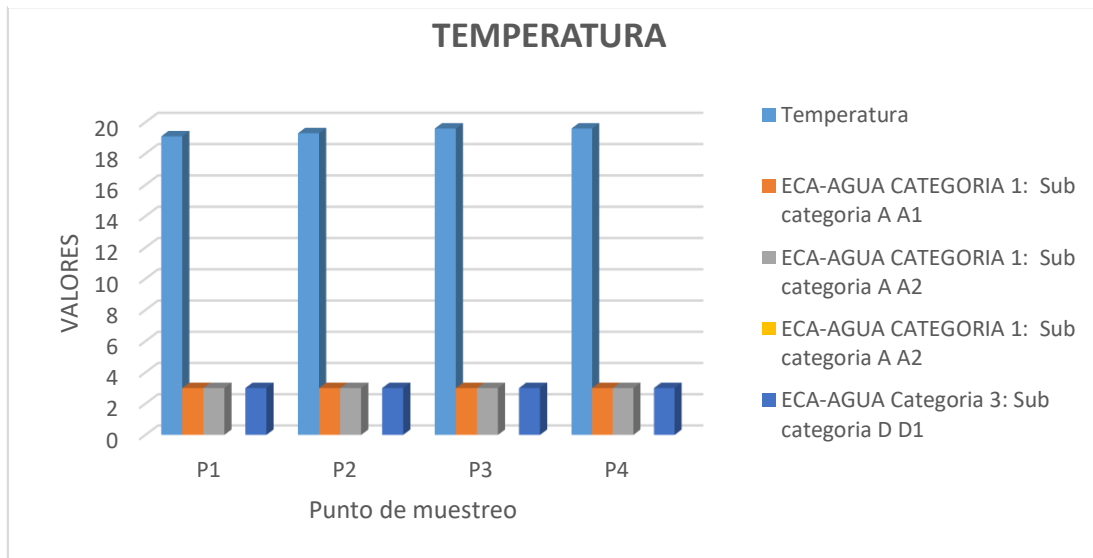
En la categoría 1: A-A1, las concentraciones de color que se analizaron en los puntos P1 (332 UCV-pt/Co), P2 (63 UCV-pt/Co), P3 (219 UCV-pt/Co) y P4 (172 UCV-pt/Co) se encuentran por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (15 UCV-pt/Co). En la sub categoría A2, las concentraciones de color que se analizaron en los puntos P1 (332 UCV-pt/Co), P2 (63 UCV-pt/Co), P3 (219 UCV-pt/Co) y P4 (172 UCV-pt/Co) se encuentran por encima del nivel aceptado en los ECAs para agua (100).

En la categoría 3: D-D1, se analizaron los puntos P1 (332 UCV-pt/Co), P2 (63 UCV-pt/Co), P3 (219 UCV-pt/Co) y P4 (172 UCV-pt/Co) y se concluyó que se encuentran por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (100 UCV-pt/Co). En la sub categoría D2, se observan las concentraciones de color en los puntos P1 (332 UCV-pt/Co), P2 (63 UCV-pt/Co), P3 (219 UCV-pt/Co) y P4 (172 UCV-pt/Co); se concluyó que este se encuentra por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (100 UCV-pt/Co).

Finalmente, se generó un promedio general de color y se obtuvo como resultado 196,5 UCV-pt/Co, que sobrepasa los niveles de ECAs para la categoría 1 y 3.

F. Temperatura

FIGURA 7: Temperatura y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

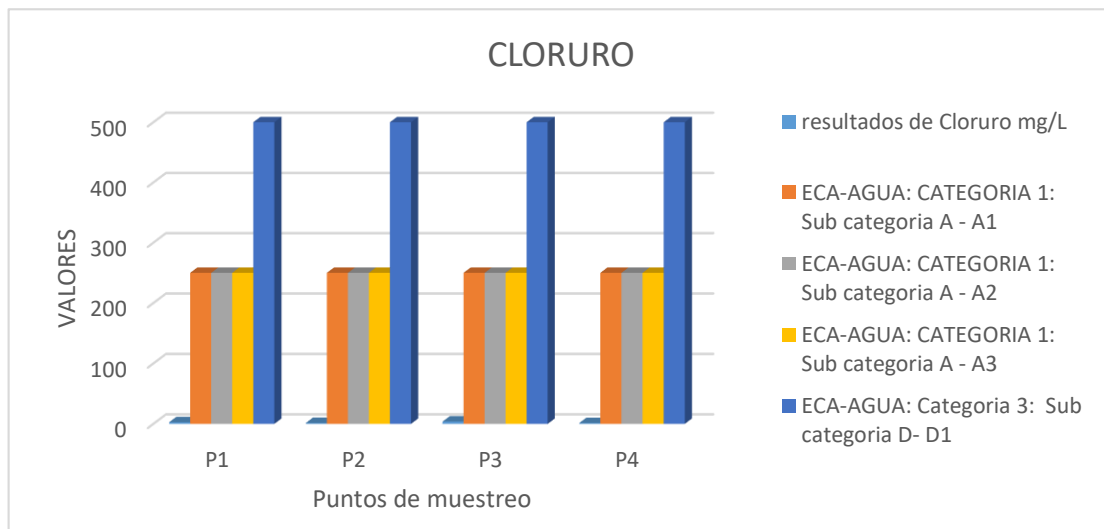


Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, en relación a las categorías 1 y 3, las temperaturas para los puntos de muestreo de agua subterránea arrojaron los siguientes resultados: P1 (19.1 °C), P2 (19.1 °C), P3 (19.6 °C) y P4 (19.6 °C)

G. Cloruro

FIGURA 8: Cloruro y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

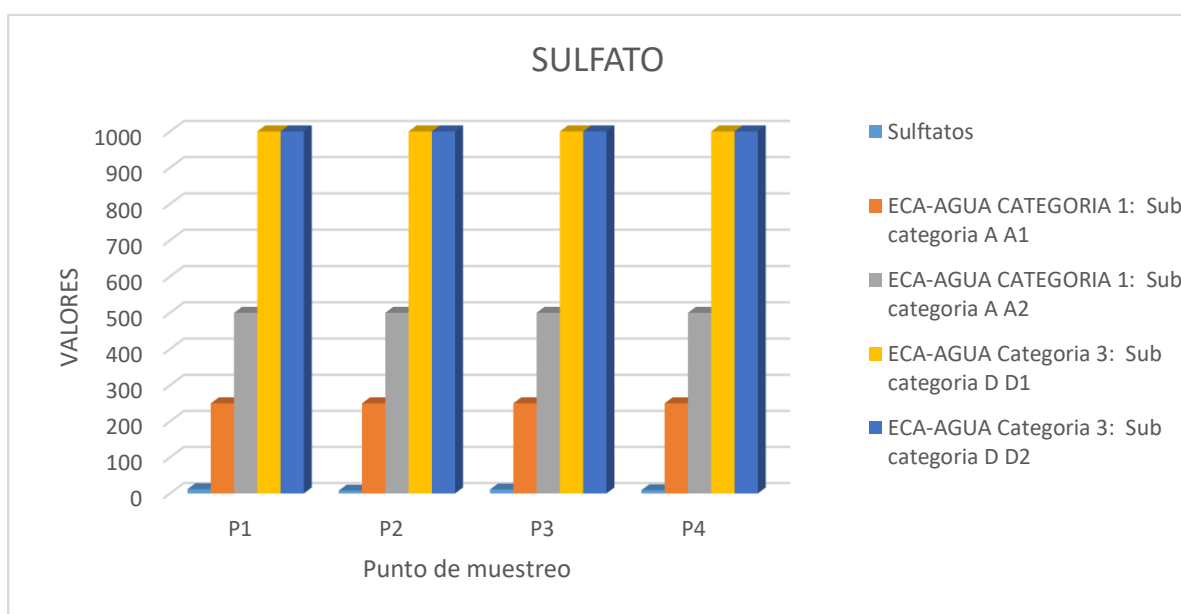
En la categoría 1: A-A1, A2, A3, las concentraciones de cloruro que se analizaron en los puntos P1 (2,7mg/L), P2 (1,5mg/L), P3 (3,8 mg/L) y P4 (1,4 mg/L) se encuentran por debajo del nivel admitido en los ECAs para agua (250mg/L).

En la categoría 3: D-D1, se analizaron los puntos P1 (2,7mg/L), P2 (1,5mg/L), P3 (3,8 mg/L) y P4 (1,4 mg/L); se concluyó que este se encuentra por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (500 mg/L).

Finalmente, se generó un promedio general de cloruro y se obtuvo como resultado 2.35 mg/L, lo cual indica que no sobrepasa los niveles de ECAs para la categoría 1 y 2.

H. Sulfatos

FIGURA 9: Sulfatos y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

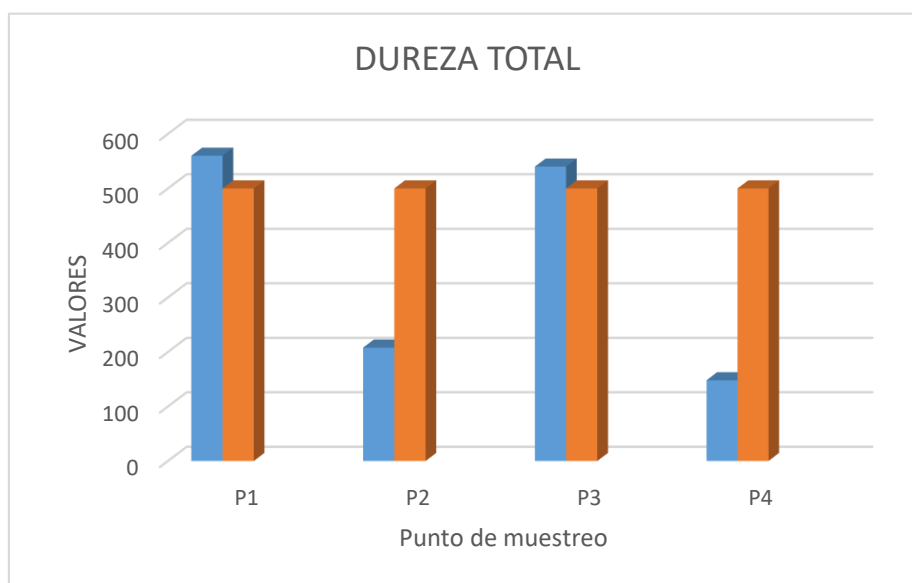
En la categoría 1: A-A1, las concentraciones de sulfato que se analizaron en los puntos P1 (12mg/L), P2 (8mg/L), P3 (11 mg/L) y P4 (9mg/L) se encuentran debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (250mg/L). Asimismo, en la sub categoría A2, las concentraciones de cloruro que se analizaron en los puntos P1 (12mg/L), P2 (8mg/L), P3 (11 mg/L) y P4 (9mg/L) se encuentran debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (500 mg/L).

Para la categoría 3: D-D1, D2, se analizaron los puntos P1 (12mg/L), P2 (8mg/L), P3 (11 mg/L) y P4 (9mg/L) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (1000 mg/L).

Se generó un promedio general para sulfato y se obtuvo como resultado 10 mg/L; esto indica que los sulfatos se encuentran por debajo del rango permisible establecidos en los ECAs para agua (250 mg/L).

I. Dureza total

FIGURA 10: Dureza total y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



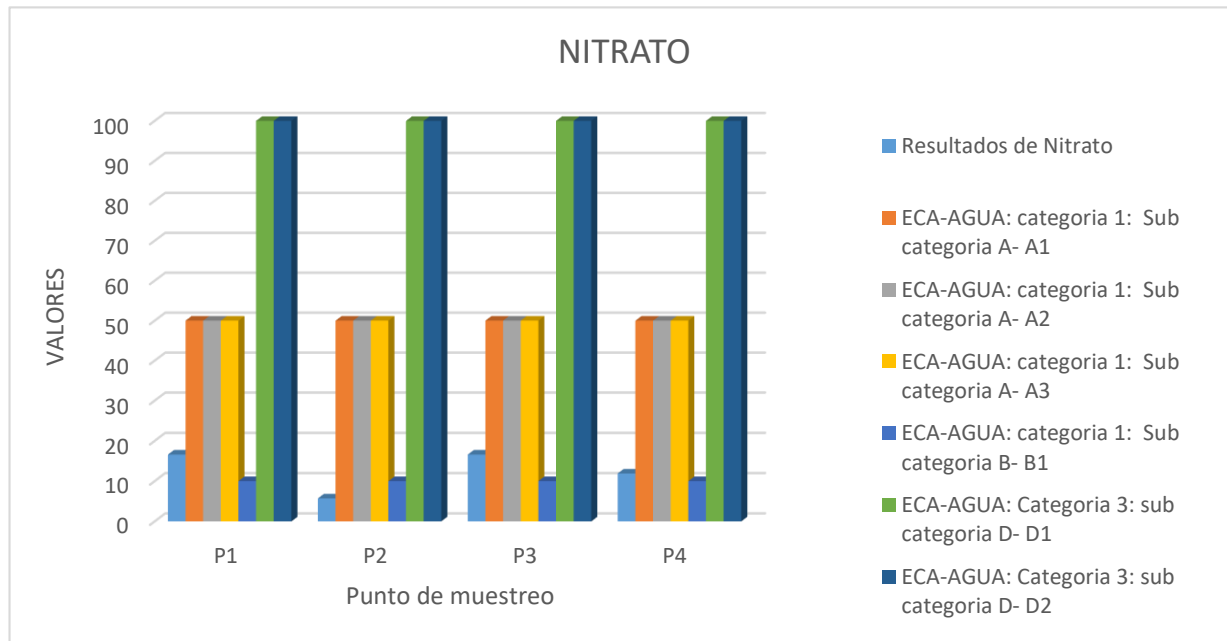
Fuente: Elaboración propia

En la categoría 1: A-A1, las concentraciones de dureza total que se analizaron en los puntos P1 (560mg/L) y P3 (540 mg/L) se encuentran por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (500 mg/L); sin embargo, los puntos P2 (208 mg/L) y P4 (148mg/L) se encuentran debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (500mg/L).

Finalmente, se generó un promedio general para dureza total y se obtuvo como resultado 364 mg/L, lo cual indica que la dureza se encuentra por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (500mg/L).

J. Nitrato

FIGURA 11: Nitratos y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

En la categoría 1: A-A1, A2 y A3, las concentraciones de nitrato que se analizaron en los puntos P1 (16,6mg/L), P2 (5,7mg/L), P3 (16,6 mg/L) y P4 (11,9mg/L) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (50 mg/L).

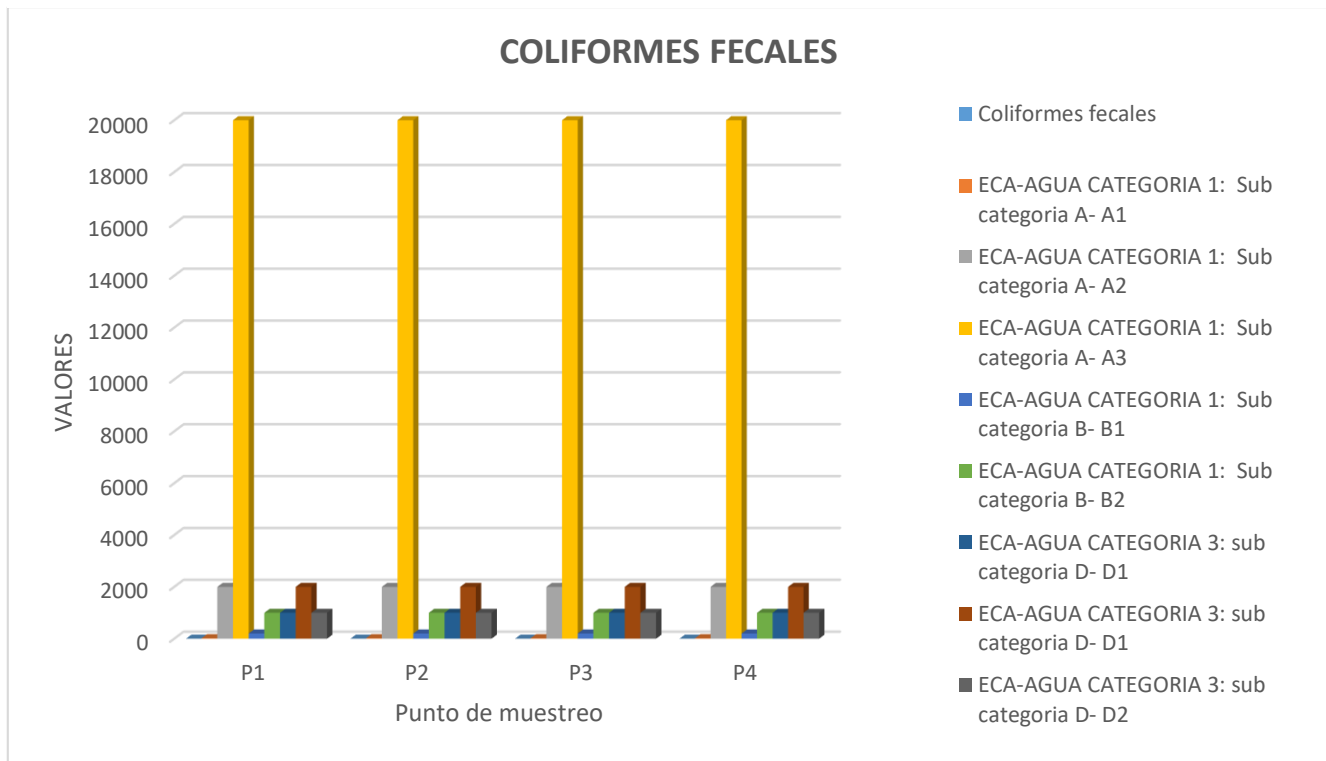
En la categoría 1: B-B1, se observa que los puntos P1 (16,6mg/L), P3 (16,6 mg/L) y P4 (11,9mg/L) se encuentran por encima del nivel permitido en los ECAs para agua (10 mg/L), mientras que los puntos P2 (5,7 mg/L) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (10mg/L)

En la categoría 3: D-D1 y D2, se observa que los puntos P1 (16,6mg/L), P2 (5,7mg/L), P3 (16,6 mg/L) y P4 (11,9mg/L) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (100 mg/L).

Se generó un promedio general para nitrato y se obtuvo como resultado 25.52 mg/L; esto indica que estos compuestos químicos se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (50 mg/L).

K. Coliformes fecales

FIGURA 12: Coliformes fecales y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboración propia

En la categoría 1: A-A1, se observa que las concentraciones de coliformes fecales que se analizaron en los puntos P1 (1,8NMP/100mL), P2 (2 NMP/100mL), P3 (1,8 NMP/100mL) y P4 (1,8NMP/100mL) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (20 NMP/100mL). En la sub categoría A2 y A3, las concentraciones de coliformes fecales que se analizaron en los puntos P1 (1,8NMP/100mL), P2 (2 NMP/100mL), P3 (1,8 NMP/100mL) y P4 (1,8NMP/100mL) se encuentran debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (2000NMP/100mL).

En la categoría 1: B-B1, las concentraciones de los puntos P1 (1,8NMP/100mL), P2 (2 NMP/100mL), P3 (1,8 NMP/100mL) y P4 (1,8NMP/100mL) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (200 NMP/100mL). En la sub categoría B2, las concentraciones de coliformes fecales que se analizaron en los puntos P1 (1,8NMP/100mL), P2 (2 NMP/100mL), P3 (1,8 NMP/100mL) y P4 (1,8NMP/100mL) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (1000 NMP/100mL).

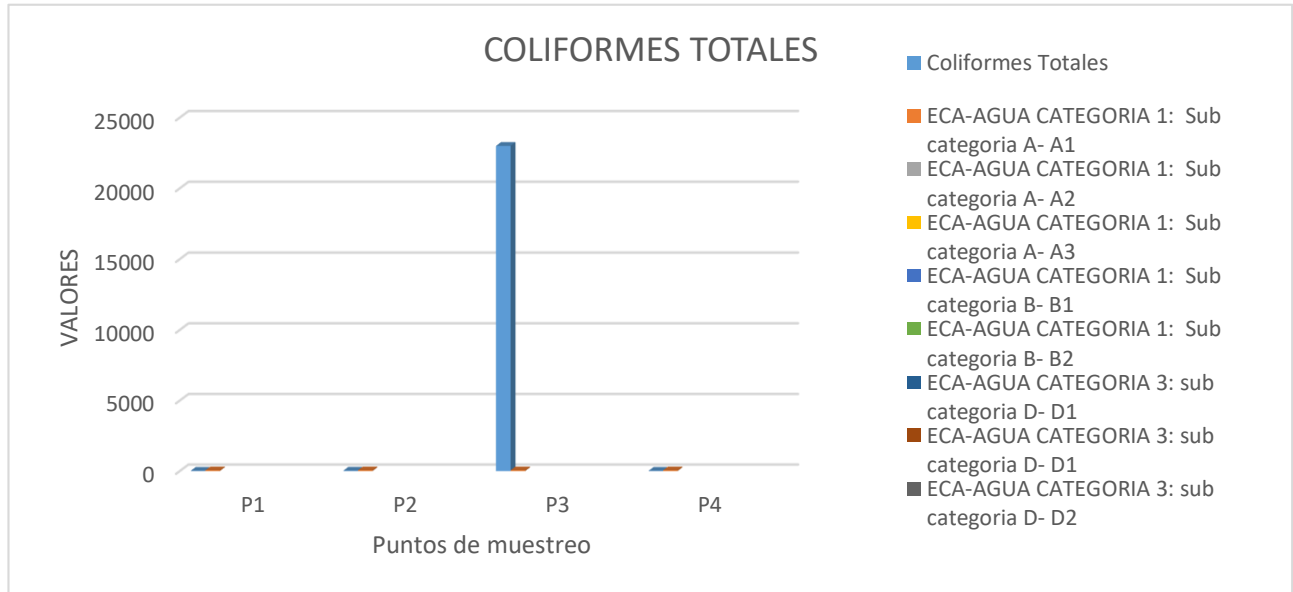
En la categoría 3: D-D1, las concentraciones de coliformes fecales que se analizaron en los puntos P1 (1,8NMP/100mL), P2 (2 NMP/100mL), P3 (1,8 NMP/100mL) y P4

(1,8NMP/100mL) se encuentran por debajo nivel permitido en los ECAs para agua (1000 NMP/100mL y 2000NMP/100mL). En la sub categoría D2, las concentraciones de coliformes fecales que se analizaron los puntos P1 (1,8NMP/100mL, P2 (2 NMP/100mL), P3 (1,8 NMP/100mL) y P4 (1,8NMP/100mL) se encuentran por debajo nivel permitido en los ECAs para agua (1000 NMP/100mL).

Finalmente, se generó un promedio general para coliformes fecales y se obtuvo como resultado 1,85NMP/100mL; esto indica que los coliformes fecales se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua.

L. Coliformes totales

FIGURA 13: Coliformes totales y Estándar de Calidad Ambiental para Agua.



Fuente: Elaboracion propia

En la categoría 1: A-A1, se observa las concentraciones de coliformes totales que se analizaron en la época lluviosa. Se llegó a la conclusión de que el punto P3 (23000 NMP/100mL) se encuentra por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (50NMP/100mL), mientras que los puntos P1 (23NMP/100mL), P2 (33 NMP/100mL) y P4 (23NMP/100mL) se encuentran por debajo del nivel permitido en los ECAs para agua (50 NMP/100mL).

Finalmente, se generó un promedio general para sulfato y se obtuvo como resultado 5769,75NMP/100ml, lo cual indica que este se encuentra por encima del nivel permitido en los ECAs para agua.

1.13 Pruebas de hipótesis

Para la prueba de hipótesis de la presente investigación, se ha considerado contrastar los resultados obtenidos con los planteados en la hipótesis de investigación (Hi), hipótesis nula (Ho) e hipótesis alterna (Ha), ya que la investigación es univariable de nivel descriptivo y no experimental, además ya ha sido realizado en (85) (26) (29) (30).

Hi: La calidad del agua en la zona afectada por el ex botadero de residuos sólidos en el centro poblado de Pampachacra supera los estándares de calidad ambiental del agua (ECA), por lo que existe contaminación del agua en el ex botadero.

Ho: La calidad del agua en la zona afectada por el ex botadero de residuos sólidos en el centro poblado de Pampachacra no supera los estándares de calidad ambiental del agua (ECA), por lo que no existe contaminación del agua en el ex botadero.

Ha: La calidad del agua de las áreas afectadas por el ex botadero de Pampachacra tiene diferentes parámetros que sobrepasa los niveles de los estándares de calidad ambiental para agua (ECA), lo que resulta una contaminación del agua en diferentes puntos de muestreo.

TABLA 11: Parámetros de altas y bajas concentraciones.

Muestra	Puntos	Parámetros de altas concentraciones		Parámetros de bajas concentraciones	
		Parámetros	Resultados	Parámetros	Resultados
01		Turbiedad (UNT)	18.5	Conductividad (umho/cm)	172.1
		pH (val.de pH)	9.31	Temperatura (°C)	19.3
		Color (UCV-Pt/Co)	332	Nitrato (mg/L)	16.6
		Dureza total (mg/L)	560	Sulfato (mg/L)	12
02		Color (UCV-Pt/Co)	63	Turbiedad (.mg/L)	1.94
				Temperatura (°C)	19.1
				Conductividad (8UNT)	78.1
				Dureza (mg/L)	208
		pH (val.de pH)	8.78	Nitrato (mg/L)	57
				Sulfato (mg/L)	8
				Cloruro (mg/L)	15

Fisicoquímico	03	Turbiedad (NTU)	6.69	pH (val.de pH)	7.73
				Conductividad (umho/cm)	248
		Color (UCV-Pt/Co)	219	Temperatura (°C)	19.6
				Nitrato (mg/L)	16.6
		Dureza total	540	Sulfato (mg/L)	11
				Cloruro (mg/L)	3.8
	04	Color (UCV-Pt/Co)	172	PH (val.de pH)	8.39
				Conductividad (umho/cm)	61.4
				Temperatura (°C)	19.6
		Turbiedad (UNT)	28.7	Nitrato (mg/L)	11.9
				Cloruro (mg/L)	1.4
				Dureza total (mg/L)	148
Microbiológico	02	Coliformes totales (NMP/100ml)	33	Coliformes fecales (NMP/100ml)	2
	03	Coliformes totales (NMP/100ml)	23000	Coliformes fecales (NMP/100ml)	1.8
	04	Coliformes totales (NMP/100ml)	23	Coliformes fecales (NMP/100ml)	1.8

Se obtuvieron altas concentraciones microbiológicas y fisicoquímicas en los puntos de muestreo (P1, P2 , P3 y P4), por lo que existe una contaminación en los ojos de aguas (aguas subterráneas); por lo tanto, se decide aceptar la Ha y rechazar la Hi y Ho.

1.14 Discusión de resultados

En el siguiente apartado, se detallarán las discusiones de la investigación y se realizará un análisis comparativo de los resultados encontrados con los antecedentes presentados para la presente tesis.

En relación al objetivo específico 01 (Determinar los parámetros fisicoquímicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra), la presente investigación encontró que el nivel de turbiedad en P1, P3, P4 fue superior a los límites permisibles (rango de 6.9 UNT - 18.50 UNT). Respecto al pH, se evidenció que P1 y P2 superaron todas las categorías, pues se registraron valores de 9.31 y 8.87, respectivamente. En cuanto al color, se encontró que las muestras de P1, P3 y P4 superan todas las categorías, ya que tuvieron un rango de valores de 172 UCV-Pt/Co - 332 UCV-Pt/Co.

Finalmente, la dureza total de agua fue superior en P1 y P3 con 560 mg/L y 540 mg/L, respectivamente. Los altos niveles de turbiedad y dureza evidencian gran contaminación por metales y otro tipo de partículas dañinas para la salud de las personas (pueden generar efectos nocivos en el sistema nervioso, reproductor, presión alta, anemia, osteoporosis y algunos tipos de cáncer), animales y ecosistema en general. De forma similar, en la investigación desarrollada en la ciudad de Linares, Nuevo León, en el NE de México (31), se encontraron altos contenidos de NO_3 ($>1\text{mg/L}$), Pb (70ug/L), Mn (150ug/L) y Fe ($>300\text{ug/L}$), los cuales superan los límites permisibles estipulados por la normativa vigente. Respecto al pH, se encontró un rango de 6.8 y 8, que se encuentran dentro de lo permitido; sin embargo, se evidenció un marcado desbalance iónico ($\text{BI} < 7\%$), lo que indica que supera el valor permitido de aniones.

En ese sentido, se puede observar que los resultados ambas investigaciones, aunque, por su amplitud, el antecedente haya tenido un mayor alcance respecto a los factores fisicoquímicos, muestran cierta similitud en cuanto a la deficiente calidad de agua causada por el mal manejo de rellenos sanitarios. En resumidas cuentas, este análisis comparativo evidencia que la situación de la contaminación de cuerpos de agua es un problema mundial, que pone de manifiesto que el manejo de los botaderos o rellenos sanitarios no se encuentra alineado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los cuales señalan que, para el año 2030, el apoyo y fortalecimiento de la participación de las comunidades locales deberá haber generado el mejoramiento de la administración del agua y saneamiento.

En relación al Objetivo específico 02 (Determinar parámetros microbiológicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra) se encontró que P1, P2 y P4 tuvieron niveles bajos de coliformes totales ($1.8 - 33 \text{ NMP/100 mL}$) y coliformes fecales ($1.8 - 23 \text{ NMP/100mL}$); sin embargo, en P3 se encontró una concentración de 23000 NMP/100mL de coliformes totales y 1.8 NMP/100mL de coliformes fecales. Análogamente, en la investigación que llevaron a cabo Deudor y Mirely en río Ragra, se encontró una carga de $3400 - >160000 \text{ NMP/100mL}$ tanto en coliformes totales y coliformes termotolerantes. Como se percibe, los resultados se diferencian, probablemente, porque en el antecedente se analiza un cuerpo de agua con mayor concurrencia de la sociedad y más fuentes de contaminación. A pesar de eso, en ambos casos, la mayoría de parámetros

analizados no se encuentran dentro de lo estipulado en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, ya que esta legislación advierte que la carga máxima permisible en el caso de coliformes totales debe ser 2000 NMP/100mL.

Al margen de que tres puntos del presente estudio se encuentren debajo de los niveles permisibles, P3 muestra una tendencia a una contaminación microbiológica de los cuerpos de agua. Estos resultados contravienen a los objetivos que persigue la cooperación internacional y el mismo país, ya que, de acuerdo a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), para el año 2020, la prioridad debió ser la protección y el restablecimiento de ecosistemas acuáticos y todo aquello que se vincula con estos (bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos); sin embargo, los resultados encontrados revelan que este objetivo no se ha cumplido de manera adecuada.

Con respecto al objetivo de la investigación (Analizar la calidad del agua en el área de influencia por el ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra), la presente investigación encontró niveles altos en cuanto turbiedad, pH, color, dureza y coliformes totales en comparación con los niveles permitidos definidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. De forma análoga, Ramírez Pérez, en el análisis llevado a cabo en Moyobamba, encontró que, en general los resultados evidencian que, en los terrenos de captación de los ríos, el recurso hídrico tiene una calidad adecuada para todo tipo de uso; sin embargo, a medida que avanza aguas abajo, la calidad tiende a disminuir. Esto se genera debido a las descargas de aguas residuales sanitarias, industriales, escorrentía o sedimentos por erosión. Las condiciones más críticas se muestran en la época de sequía, debido, en gran medida, a la disminución del oxígeno disuelto e incremento de la temperatura, salinidad, materia orgánica y bacterias coliformes. Parecidos resultados se observaron en las investigaciones de México, donde se encontraron altos contenidos de NO₃, Pb, Mn y Fe (31) y en Cancharani, Puno, donde se encontraron 3400 - >160000 NMP/100mL en coliformes totales (32). Estos resultados y su posterior comparación muestran una situación preocupante, ya que las fuentes de agua dulce están siendo contaminadas por el manejo deficiente de los botaderos y rellenos sanitarios.

En síntesis, los resultados representan situaciones contraproducentes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible que, para el año 2030, tienen como meta restablecer la cualidad del agua

disminuyendo de manera eficiente la contaminación (reduciendo el 50% de aguas domésticas sin tratar y aumentando de manera consistente el reciclado y la reutilización sin riego a nivel mundial), erradicando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos a las fuentes de agua.

CONCLUSIONES

Después de analizar la calidad de las aguas del ex botadero de Pampachacra (ojonales) en cuatro puntos diferentes (P1, P2, P3 y P4), se concluye que los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D. S. N° 004-2017-MINAM), lo que indica que las aguas de los bojedales (ojos de agua) están contaminadas; por lo tanto, no son aptas para el consumo humano.

En primer lugar, los resultados de los análisis fisicoquímicos que se obtuvieron superaron los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Para la categoría 1: A-A1, en los cuatro puntos de muestreo que se realizó en época lluviosa, el factor turbiedad P-1 (18,5UNT), P-3 (6,69UNT) P-4 (28,7 UNT) superó el nivel permitido en los ECAs para agua (5UNT). Además, el pH: P-1 (9,31 val.de pH) P-2(8,78 val.de pH) sobrepasó lo admitido en los ECAs para agua (6,5-8,5val.de pH). Asimismo, el color: P-1 (332 UCV-Pt/Co), P- 2 (63 UCV-Pt/Co), el P-3 (219 UCV-Pt/Co), P-4 (172 UCV-Pt/Co) excede los niveles aceptados en los ECAs para agua (15 UCV-Pt/Co) . Además, el factor dureza total: P-1(560mg/L) P-3, (540mg/L) sobrepasó el nivel permitido en los ECAs para agua(500mg/L). Finalmente, el factor turbiedad P-4 (28,7 UNT) excedió lo aceptado en los ECAs para agua (5 UNT). Estos resultados indican que el botadero tiene una influencia negativa en las aguas de los bojedales (ojos de agua), que, por no tener un tratamiento adecuado, no son aptas para el consumo humano, pues pueden producir diversas enfermedades. Asimismo, los resultados de la categoría 1: A-A2, A3 y categoría 3: D1, D2 indican que estos factores no sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua; por lo tanto, este líquido es apto para bebida de animales y el riego de vegetales.

Finalmente, los parámetros microbiológicos que se analizaron presentan valores que superan los Estándares de Calidad Ambiental para agua. Así, el factor coliformes totales P-2 (33 NMP/100mL, P-3 (23000/100mL), P-4 (23NMP/100mL) superó el nivel permitido en los ECAs para agua (50NMP/100mL), lo cual indica que este elemento no es apto para consumo humano ni para bebida de animales.

RECOMENDACIONES

Realizar un monitoreo permanente de la calidad de los cuerpos de agua que están en la parte baja del ex botadero

Dar a conocer la situación actual de las aguas que se encuentran alrededor del ex botadero a las autoridades de la comunidad campesina de Pampachacra

Enmallar el ex botadero de Pampachacra (donde se encuentran los principales ojos de agua) para evitar el contacto de la especie ganadera con los recursos hídricos que se encuentran en dicho lugar

Analizar, en futuros trabajos de investigación, la calidad de agua tomando en cuenta los parámetros inorgánicos, parasitológicos, metales pesados y orgánicos, ya que el laboratorio de la Dirección Regional de Salud no cuenta con equipos especializados que permitan analizar dichos parámetros

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUA ORG. MX, 2017. Agua en el planeta. En: *Centro virtual de información de agua*. [en línea] [fecha de consulta: 20 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>
2. AGUASRESIDUALES.INFO, 2015. Sustancias contaminantes y sus efectos en la calidad del agua. [en línea] [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/sustancias-contaminantes-y-sus-efectos-en-la-calidad-del-agua>
3. UNESCO. Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos [en línea] [fecha de consulta: 18 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>
4. SAEZ, A. y J. URDANETA. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*. 2014, 20 (3), 121-135. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
5. BANCO MUNDIAL. 2018. Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70% para 2050 a menos que se adopten medidas urgentes. [en línea] [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
6. GUILLÉN, O. *et al.* Contaminación de las aguas del río Rímac: trazas de metales. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*. 1998, 1 (2), 127-145. [fecha de consulta: 14 de setiembre de 2021]. ISSN 1682-3087. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/2313>
7. SPDA ACTUALIDAD AMBIENTAL. Identifican 60 botaderos de residuos en el Rímac y el Chillón. [en línea] [fecha de consulta: 18 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.actualidadambiental.pe/identifican-60-botaderos-de-residuos-en-el-rimac-y-el-chillon/>

8. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (OEFA) Identifica 1585 botaderos informales a nivel nacional. [en línea] [fecha de consulta: 18 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/oefa-identifica-1585-botaderos-informales-nivel-nacional/ocac07/>
9. D. S. N° 002-2008-MINAM. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. *Diario Oficial El Peruano*. Lima, Perú 30 de julio del 2008.
10. PASTOR, A. Contaminación de los cuerpos de agua superficiales por sistemas de relleno sanitario en Puerto Rico. Tesis (Magíster en Ciencias Ambientales). Gurabo: Universidad del Turabo, 2012. 139 pp. [fecha de consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://search.proquest.com/openview/dab568610885dac06702a375f4c467c1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>
11. ESPINAL, T., SEDEÑO, J. y LÓPEZ, E. Evaluación de la calidad del agua en la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México mediante técnicas multivariadas: un análisis de valoración para dos épocas 2005, 2009, 2010. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea]. 2013, 29 (3), 147-163. [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. ISSN 0188-4999. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992013000300002&script=sci_abstract&tlng=pt
12. VENEGAS, C., MERCADO, M. y CAMPOS, M. Evaluación de la calidad microbiológica de agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá(Colombia). *Revista Biosalud*. 2014, 13 (2), 24-35. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: [http://vip.ucaldas.edu.co/biosalud/downloads/Biosalud13\(2\)_3.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/biosalud/downloads/Biosalud13(2)_3.pdf)
13. CHÁVEZ MARTINEZ, L. Evaluación especial y temporal del índice de calidad del agua del río Cazonos en Coatzintla. Tesis (Título de Maestría en Ciencias del Ambiente). Tuxpán: Universidad Veracruzana, 2015. 39 pp. [fecha de consulta: 15 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/41932/ChavezMartinezLuz.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
14. GUALDRÓN DURÁN, L. Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. Trabajo de grado (candidato a Doctor en Tecnologías de Información y Análisis de Decisiones). Socorro: Universidad Libre, 2016.

- 46 pp. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10901/20335>
15. MADRIZ FLORES, N. Evaluación de la calidad física química y bacteriológica del agua de la laguna de Moyua, Matagalpa (humedal Ramsar N°1980), periodo 2015-2016. 2017. Tesis (Licenciatura en Química Ambiental). Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2017. 156 pp. [fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/8753/1/98289.pdf>
16. BUENO, J. *et al.* Evaluación físico-químico y microbiológico de la calidad del agua de pozos. *Dominio de las Ciencias* [en línea]. 2017, 3 (4), 183-206. [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. ISSN-e 2477-8818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325501>
17. CAMPAÑA, A., GUALOTO, E. y V. CHILUISA-UTRERAS. Evaluación fisicoquímico y microbiológico de la calidad del agua de los ríos Machangara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. *Bionatura*, 2017, 2 (2), 305-310. Disponible en: http://revistabionatura.com/files/2017_m3h9s64f.02.02.6.pdf
18. GIL-MARIN, J., VIZCAÍNO, C. y VÉLIZ, E. Evaluación de la calidad del agua subterránea utilizando el índice de la calidad de agua Monagas, Venezuela. *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*. 2019, 3 (3). [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/488/863>
19. PAUTA, G. *et al.* Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*. 2019, 10 (2), 76-88. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. ISSN 1390-6143, ISSN-e 2477-8893. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7345331>
20. RAMÍREZ PÉREZ, H. Determinación de los niveles de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2014. 139 pp. [fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/257>
21. AVELLANEDA, P. Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Anales Científicos* [en línea]. Junio-diciembre, 2018, 79 (2), 298-307. [fecha de

consulta: 19 de agosto de 2021]. ISSN-e 2519-7398. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6794813>

22. LEIVA-TAFUR, D., CHÁVEZ-ORTIZ, J. y CORROTO, F. Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Shocol, provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*. 2016, 2 (1), 62-70. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/65>
23. CASILLA QUISPE, S. Evaluación de la calidad de agua en diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Ichu Suhez. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2014. 117 pp. [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4546>
24. ROJAS, M. Evaluación de la calidad fisicoquímica 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 (Magíster Scientiae en Ecología). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 98 pp. [fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6342>
25. ESPIRITU GUERRA, W. Contaminación de aguas adyacentes del botadero controlado en el centro poblado de Pampachacra del distrito de Huancavelica. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Alas Peruanas, 2014. 87 pp.
26. ROJAS, J. *et al.* Impacto en la calidad del agua de la quebrada “El Atajo” ocasionado por el botadero de rondón de la ciudad de Chachapoyas, Amazonas, Perú. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*. 2016, 2 (1), 80-87. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/68>
27. MONTALVO QUIROZ, J. y M. QUISPE BECERRA. Contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario. Tesis (Bachillerato en Ingeniería Ambiental). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. 156 pp. [fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/23043>
28. DEUDOR, R. y MIRELY, O. Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan para determinar la categoría de sus aguas-Simón

- Bolívar-Pasco-2018. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018. 87 pp. [fecha de consulta: 29 de abril de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/529>
29. TICONA, L. y C. APAZA. Evaluación del impacto de la contaminación de los residuos sólidos sobre suelo y agua del botadero sanitario de Cancharani Puno. *Ñawparisun. Revista de Investigación Científica*. Julio-Setiembre 2020, 2 (4), 29-36. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/104>
30. MAULEÓN, C., 2015. La energía del cambio. ¿Cómo está distribuida el agua del planeta? *En: Abengoa*. [en línea] [fecha de consulta: 18 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.laenergiadelcambio.com>
31. AGUASURBANAS, 2018. Monitoreo de calidad de agua. Conceptos sobre monitoreo de calidad de agua. [en línea] [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/17/conceptos-sobre-monitoreo-de-calidad-de-agua/>
32. JIMÉNEZ M. Métodos de muestra de agua. [en línea] [fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mariaisabelJimenezCc/tema-3-muestreo-aguas>
33. D. S. N° 004-2017. Aprueban los estándares de calidad ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias. *Diario Oficial El Peruano*. Lima, Perú 7 de junio del 2017.
34. D. S. N° 015-2015. Modifican los estándares de calidad ambiental para agua. *Diario Oficial El Peruano*. Lima, Perú 19 de diciembre del 2015.
35. VÁSQUEZ, F. Evaluación del índice de calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto, sector Yucatina San Martín-Perú. Tesis (Magíster Scientiae en Gestión Ambiental). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2010. 95 pp. [fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/461>
36. BARRETO, P., ESPINOZA, G. y M. LEYVA. Protocolo de monitoreo de agua. Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, 40 pp. [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2021]. Disponible en:

https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf

37. LECCA, E. y RUÍZ, E. Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*. 2014, 17 (1), 71-80. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>
38. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Protocolo de monitoreo de calidad de agua. [en línea] [fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/regionales/Publicaciones/GUIA%20HIDROCARBUROS%20II.pdf>
39. FACSA. Ciclo integral del agua. La dureza del agua. [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.facsa.com>
40. PÉREZ J. y M. MERINO. Definición de dureza. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 18 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/dureza/>
41. USGS. SCIENCE FOR A CHANGING WORLD. La ciencia del agua para escuelas. Los efectos de la urbanización y la agricultura en la calidad del agua: Nitrógeno. [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://water.usgs.gov/gotita/urbannitrogen.html>
42. PUTZ, P. Eliminación y determinación de fosfato. *Informe práctico. Análisis de laboratorio y sistema de control de proceso. Productos de aplicación de laboratorio*. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.interempresas.net/feriavirtual/catalogos_y_documentos/87050/fosfatos.pdf
43. ROLDÁN, N. Contaminación. En *Economipedia* [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/contaminacion.html>
44. CALVO-FLORES, F. Contaminación del agua. [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://www.ugr.es/~fgarciac/pdf_color/tema4%20%5BModo%20de%20compatibilidad%5D.pdf
45. MEJÍA, M. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Tesis (Magíster Scientiae en Manejo Integrado de

- Cuencas Hidrográficas). Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Tropical Agricultural Research and Higher Education Center, 2005. 110 pp. [fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>
46. ASOCIACIÓN FONDO DE INVESTIGACIÓN Y EDITORES. Química tomo II. Análisis de principios y aplicaciones. Lima: Editorial Lumbreras, 2014, 736 pp. [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://www.rachidscience.com/2021/01/quimica-analisis-de-principios-y_7.html
47. FERNÁNDEZ, I. Eutrofización. En: *Greenteach* [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.greenteach.es/eutrofizacion/>
48. Ley 27314. Ley General de los Residuos Sólidos. *Diario Oficial El Peruano*. Lima, Perú, 20 Julio.
49. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Residuos y áreas verdes [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <http://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/residuos-areas-verdes>
50. ROPERO, S. Lixiviados: definición, ejemplos y tratamiento. En: *Ecología Verde* [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/lixiviados-definicion-ejemplos-y-tratamiento-2713.html>
51. CHUNG, A. y INCHE, J. Manejo de residuos sólidos mediante segregación en la fuente en Lima Cercado. *Industrial Data*. 2002, 5 (1), 8-14. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/idata.v5i1.6683>
52. VOLTA. Impactos ambientales de un mal manejo de residuos [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.voltachile.cl/4-impactos-ambientales-de-un-mal-manejo-de-residuos/>
53. INGEOEXPERT. ¿Qué es un acuífero y cómo se forma? [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://ingeoexpert.com/2018/08/24/acuifero-aguas-subterraneas/>
54. AGUAMARKET. Alcalinidad. [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=159>

56. SPINELLI.M. Breve Enciclopedia del Ambiente [en línea] [fecha de consulta: 14 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/>
57. ZARZA, L. ¿Qué son las aguas residuales? [en línea] [fecha de consulta: 14 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>
58. INDUANALISIS. Agua subterránea y superficiales. [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/agua_subterraneas_y_superficial_29
59. PÉREZ, I. Aguas negras y sus beneficios [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: [http://ciencia.unam.mx/leer/425/Las_ “aguas_negras” _y_sus_beneficios](http://ciencia.unam.mx/leer/425/Las_“aguas_negras”_y_sus_beneficios)
60. CORRALES, L. *et al.* Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova*. 2015, 13, (24), 55-81. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. ISSN 1794-2470. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702015000200007
61. GREENPACE. Cero basuras ¿Qué significa biodegradable? [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/8823/cinco-tips-para-reducir-tu-basura-a-cero/>
62. ISO 9001:2015. Gestión de la calidad [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/06/iso-9001-2015-la-gestion-la-calidad/>
63. UNIVERSIDAD EAFIT. Tierra y medio ambiente [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/tierra-medio-ambiente.aspx>
64. CUIDEMOS EL MEDIO AMBIENTE. Contaminación ambiental [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://cuidemoselplaneta.org/contaminacion-ambienta/>
65. D. S. N° 1713 DE 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de

- Residuos Sólidos. Bogotá, Colombia de 2002. Disponible en: <https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002decreto1713.pdf>
66. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Estándar de Calidad Ambiental [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental/>
67. TESAURO. *Efluente*. En: *Biblioteca Agrícola Nacional de los Estados Unidos* [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.vocabularyserver.com/nal/es/>
68. GRN. Impactos ambientales [en línea] [fecha de consulta: 18 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>
69. FLUIDECO. Muestreo de agua [en línea] [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://fluideco.com/muestreo-agua-que-es/>
70. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. Proceso de percolación. [en línea] [fecha de consulta: 15 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://utp.ac.pa/documentos/2011/pdf/PCUTP-CIHH-AH-105-2006.pdf>
71. AQUAE FUNDACIÓN. Energía del planeta [en línea] [fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/que-es-energia-solar/>
72. GOMERO J. y MORENO M. El proceso de la investigación científica. Lima: Fakir Editores, 1997.
73. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y P. BAPTISTA. Principios de la Metodología de la Investigación. México: Editorial Limusa, 2001.
74. FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. y R. HERNÁNDEZ. Metodología de la Investigación. México: Editorial McGraw Hill, 2014.
75. APHA A, W. *Standard methods for water and wastewater examination* [en línea]. Vigésima edición. Washington: American Public Health Association, 2005. [fecha de consulta: 19 de agosto de 2021]. Disponible en: http://srjcstaff.santarosa.edu/~oraola/Assets/APHA_SM_20.pdf

ANEXOS

Matriz de consistencia y Matriz de Operacionalización de variables

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra? PROBLEMA ESPECIFICO ¿Cuál es la calidad fisicoquímica del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra? ¿Cuál es la calidad microbiológica del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra?	OBJETIVO GENERAL Analizar la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra. OBJETIVO ESPECIFICO • Determinar los parámetros fisicoquímicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra. • Determinar los parámetros microbiológicos de las fuentes hídricas del área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra.	Hi: la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de Pampachacra supera los Estándares de Calidad de agua(ECA), por lo tanto, existe contaminación de las aguas. Ho: la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de Pampachacra supera los Estándares de Calidad de agua(ECA), no existe contaminación de las aguas Ha: la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos de Pampachacra tiene distintos niveles de calidad por parámetros y puntos, por lo tanto, existe contaminación de las aguas diferenciados por puntos y parámetros.	La calidad del agua al conjunto de sus características organolépticas físicas, químicas y microbiológica que debe tener el agua, para conferirle un uso determinado, entre los cuales se cuentan: consumo humano y doméstica, agricultura, etc.(Rivas,2013)	• Método de investigación Tipo aplicada, nivel descriptivo con enfoque cuantitativo, • Diseño de investigación No experimental • Población y muestra • Población Son 15 unidades de ojos de agua que se encuentra alrededor del ex botadero del centro poblado de pampachacra. • Muestra Las muestras que se analizaron fueron 4 ojos de agua que se encuentran ubicado alrededor del ex botadero de Pampachacra.

Matriz de Consistencia

Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES
Calidad de agua	La calidad del agua al conjunto de sus características organolépticas físicas, químicas y microbiológica que debe tener el agua, para conferirle un uso determinado, entre los cuales se cuentan: consumo humano y doméstica, agricultura, etc.(Rivas,2013)	• Parámetros físicos • Parámetro químico • Parámetros microbiológicos	• Turbiedad, color, conductividad, temperatura. • Cloruro, dureza total, pH, sulfato, nitrato. • Coliformes fecales y coliformes totales.

ESTANDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

FIGURA 14: ECAs-Categoría 1-poblacion y recreacional.

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

FIGURA 15: ECAs-Categoría 1: Población y Recreacional-Microbiológicos y Parasitológico.

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	$<5 \times 10^6$	$<5 \times 10^6$

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
 (b) Después de la filtración simple.
 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO_3^- -N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).

FIGURA 16: Sub Categoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ ;-N)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ ;-N)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Niquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella spp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

FIGURA 17: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(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
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3

FIGURA 18: Categoría 3-Microbiológico y Parasitológico.

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

INFORME DE ENSAYOS

FIGURA 19: Informe de ensayo fisicoquímica P1.

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICO

N° P09-2021/GOB.REG-HVCA/GRDS-DIRESA-DESA-LAB

PARTICULAR

SOLICITANTE : BELINDA MULATO PARI
DOMICILIO LEGAL : JR. TUPAC AMARU S/N SANTA ANA
FECHA DE RECEPCIÓN : 3/05/2021
PUNTO DE MUESTREO : EX BOTADERO KM 13 PAMPACHACRA- P-I
TIPO DE FUENTE : SUBTERRANEO
MUESTREADOR : BELINDA MULATO PARI

DATOS DE LA MUESTRA:

CODIGO DE CAMPO	NOMBRE DE LA FUENTE	BARRIO CC.PP	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	FECHA MUESTREO	HORA MUESTREO
M-1	P-I EX BOTADERO PAMPACHACRA		PAMPACHACRA	HUANCVELICA	HUANCVELICA	28/04/2021	09:00:00

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS DE CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDAD	VALOR
OLOR	---	Aceptable
SABOR	---	Aceptable
COLOR	UCV Pt/Cu	52.00
TURBIDEZ	UNT	18.30
pH	Valor de pH	9.31
CONDUCTIVIDAD	$\mu S/cm$	172.7
CLORUROS	mg/L Cl^-	3.70
SULFATOS	mg/L $SO_4^{=}$	12
DUREZA TOTAL	mg/L $CaCO_3$	560 1 mg/L = 1 PPM

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS QUÍMICOS INORGANICOS DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDADES	VALOR
NITRATO	mg/L NO_3^-	18.60
NITRITO	mg/L NO_2^-	

N° Reg. Dec. :
N° Reg. Exp. :

Huancavelica 05 de junio del 2021
Ing. Rolando C. Rodríguez V.
INGENIERO QUÍMICO
Ing. Rolando C. Rodríguez V.
Responsable Lab Físico Químico.

FIGURA 20: Informe de ensayo fisicoquímico P2.


PERÚ Ministerio de Salud
 Oficina General de Salud Ambiental
Director Regional de Salud de Huancavelica
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DESA

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICO

N° P10-2021/GOB.REG-HVCA/GRDS-DIRESA-DESA-LAB

PARTICULAR

SOLICITANTE : BELINDA MULATO PARI
DOMICILIO LEGAL : JR. TUPAC AMARU SIN SANTA ANA
FECHA DE RECEPCIÓN : 3/05/2021
PUNTO DE MUESTREO : EX BÓTADERO KM 13 PAMPACHACRA - P-2
TIPO DE FUENTE : SUBTERRANEO
MUESTREADOR : BELINDA MULATO PARI

DATOS DE LA MUESTRA:

CODIGO DE CAMPO	NOMBRE DE LA FUENTE	BARRIO CC.PP.	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	FECHA MUESTREO	HORA MUESTREO
M-2	P-2 EX BÓTADERO PAMPACHACRA		PAMPACHACRA	HUANCVELICA	HUANCVELICA	29/04/2021	09:30:00

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS DE CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDAD	VALOR
OLOR	---	Acceptable
SABOR	---	Acceptable
COLOR	UCV Pt/Co	12.00
TURBIDEZ	UNT	1.94
pH	Valor de pH	8.78
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	78.1
CLORUROS	mg/L Cl ⁻	1.50
SULFATOS	mg/L SO ₄ ⁼	8
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	208

1 mg/L = 1 PPM

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS QUÍMICOS INORGANICOS DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDADES	VALOR
NITRATO	mg/L NO ₃ ⁻	5.70
NITRITO	mg/L NO ₂ ⁻	

N° Reg. Doc. :
 N° Reg. Exp. :

Huancavelica, 05 de junio del 2021



Ing. Rolando C. Rodriguez V.
 Responsable Lab. Fisico Químico.

FIGURA 21: Informe de ensayo fisicoquímico P3.

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Nº P11-2021/GOB.REG-HVCA/GRDS-DIRESA-DESA-LAB

PARTICULAR

SOLICITANTE : BELINDA MULATO PARI
 DOMICILIO LEGAL : JR. TUPAC AMARU S/N SANTA ANA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 3/05/2021
 PUNTO DE MUESTREO : EX BOTADERO KM 13 PAMPACHACRA - P-3
 TIPO DE FUENTE : SUBTERRANEO
 MUESTREADOR : BELINDA MULATO PARI

DATOS DE LA MUESTRA:

CODIGO DE CAMPO	NOMBRE DE LA FUENTE	BARRIO CC.FF	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	FECHA MUESTREO	HORA MUESTREO
M-3	P-3 EX BOTADERO PAMPACHACRA		PAMPACHACRA	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	29/04/2021	10:00:00

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS DE CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDAD	VALOR
OLOR	---	Aceptable
SABOR	---	Insipido
COLOR	UCV Pt/Co	48.80
TURBIDEZ	UNT	6.69
pH	Valor de pH	7.73
CONDUCTIVIDAD	$\mu S/cm$	248.0
CLORUROS	mg/L Cl^-	3.80
SULFATOS	mg/L SO_4^{2-}	11
DUREZA TOTAL	mg/L $CaCO_3$	540 (mg/L = 1 PPM)

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS QUÍMICOS INORGANICOS DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDADES	VALOR
NITRATO	mg/L NO_3^-	16.80
NITRITO	mg/L NO_2^-	

N° Reg. Doc. :
 N° Reg. Esp. :

Huancavelica 03 de junio del 2021

Ing. Rolando C. Rodriguez V.
 INGENIERO QUÍMICO
 151411
 Ing. Rolando C. Rodriguez V.
 Responsable Lab. Fisico Químico.

FIGURA 22: Informe de ensayo fisicoquímico P4.

	PERÚ	Ministerio de Salud	Decreto Supremo N° 004-2019-MINSA	Decreto Supremo N° 004-2019-MINSA	DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DESA		
---	-------------	----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---	--	--

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICO

N° P12-2021/GOB.REG-HVCA/GRDS-DIRESA-DESA-LAB

PARTICULAR

SOLICITANTE : BELINDA MULATO PARI

DOMICILIO LEGAL : JR. TUPAC AMARU S/N SANTA ANA

FECHA DE RECEPCIÓN : 3/05/2021

PUNTO DE MUESTREO : EX BOTADERO KM 13 PAMPACHACRA - P-4

TIPO DE FUENTE : SUBTERRANEO

MUESTREADOR : BELINDA MULATO PARI

DATOS DE LA MUESTRA:

CODIGO DE CAMPO	NOMBRE DE LA FUENTE	BARRIO CC/FF	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	FECHA MUESTREO	HORA MUESTREO
N-4	P-4 EX BOTADERO PAMPACHACRA		PAMPACHACRA	HUANCAYELICA	HUANCAYELICA	29/04/2021	11:00:00

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS DE CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDAD	VALOR
OLOR	---	Aceptable
SABOR	---	Aceptable
COLOR	UCV PtCo	42.00
TURBIDEZ	UNT	28.70
pH	Valor de pH	8.39
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	61.4
CLORUROS	mg/L Cl ⁻	1.40
SULFATOS	mg/L SO ₄ ⁼	9
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	148 1 mg/L = 1 PPM

RESULTADOS DE ANALISIS DE PARAMETROS QUÍMICOS INORGANICOS DEL AGUA

PARAMETROS:	UNIDADES	VALOR
NITRATO	mg/L NO ₃ ⁻	11.90
NITRITO	mg/L NO ₂ ⁻	

N° Reg. Doc. : _____

N° Reg. Esp. : _____

Huancavelica 08 de junio del 2021


Ing. Rolando C. Rodriguez V.
INGENIERO QUIMICO
 451451
 Responsable Lab. Fisico Químico.

FIGURA 23: Informe de ensayo microbiológico.

REPORTE DE ANÁLISIS

Solicitante : MULATO PAU BELINDA
 Tipo de muestra : Muestras de Aguas (Medio Ambiente)
 Fecha de recepción : 03/05/2021
 Fecha de inicio : 03/05/2021
 Fecha de finalización : 12/05/2021
 Tipo de ensayo : Instrumentación

RESULTADOS

MUESTRAS	UNIDAD	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
N° 01	NMP/100ml	23	<1.8
N° 02	NMP/100ml	33	2
N° 03	NMP/100ml	23000	<1.8
N° 04	NMP/100ml	23	<1.8

PARAMETROS DE ACUERDO A NORMAS

PARAMETROS	MÉTODOS DE ENSAYO
COLIFORMES FECALES COLIFORMES TOTALES	METODO DE ENSAYO: Numeración de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes por Tubos Múltiples, de acuerdo a lo indicado en el Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 21th edition 2005

El punto de muestreo N°02 presenta coliformes fecales, el punto de muestreo N°03 tiene elevada cantidad de coliformes totales.

El agua analizada es un tipo de agua superficial, por lo cual no es un agua clorada y los resultados son elevados tanto en coliformes totales y solo en el punto N°02 presenta coliformes fecales.

OBSERVACIONES:

La interpretación, comentarios y/o sugerencias que se menciona fueron solicitados por la persona quien solicito; la muestra fue proporcionada por la persona que solicita la interpretación.



 Lucia G. Cerna Llanusa
 BIOLOGA
 C.B.P. 13896

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO
PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Rio: Ojos de agua

DESA: Huancahuasi

[illegible]

(Nombre y Apellidos)
Responsable de la Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos

Plenaria 03 de Mayo del 2027

FIGURA 24: Formato de registro de datos de campo.

FIGURA 26: Formato de identificación del punto de monitoreo.

[illegible]

FIGURA 27: Etiqueta para muestra.

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)		N° Estación de Muestreo: _____ Código de Laboratorio: _____
LABORATORIO FISICO - QUIMICO		
Solicitante/Programa: _____		
Origen de la Fuente: _____	Punto de Muestreo: _____	
Localidad: _____	Fecha y Hora de Muestreo: _____	
Distrito: _____	Fecha y Hora de llegada Lab.: _____	
Provincia: _____	Cantidad de Muestra: _____	
Departamento: _____	Muestreador: _____	
Preservada: SI ☐ NO ☐	Aguas: _____ Sólidos: _____ Otros: _____	
Observaciones/ Parámetros: _____		

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)		N° Estación de Muestreo: _____ Código de Laboratorio: _____
LABORATORIO FISICO - QUIMICO		
Solicitante/Programa: _____		
Origen de la Fuente: _____	Punto de Muestreo: _____	
Localidad: _____	Fecha y Hora de Muestreo: _____	
Distrito: _____	Fecha y Hora de llegada Lab.: _____	
Provincia: _____	Cantidad de Muestra: _____	
Departamento: _____	Muestreador: _____	
Preservada: SI ☐ NO ☐	Aguas: _____ Sólidos: _____ Otros: _____	
Observaciones/Parámetros: _____		

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)		N° Estación de Muestreo: _____ Código de Laboratorio: _____
LABORATORIO FISICO - QUIMICO		
Solicitante/Programa: _____		
Origen de la Fuente: _____	Punto de Muestreo: _____	
Localidad: _____	Fecha y Hora de Muestreo: _____	
Distrito: _____	Fecha y Hora de llegada Lab.: _____	
Provincia: _____	Cantidad de Muestra: _____	
Departamento: _____	Muestreador: _____	
Preservada: SI ☐ NO ☐	Aguas: _____ Sólidos: _____ Otros: _____	
Observaciones/Parámetros: _____		

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS

FIGURA 28: Certificado de Calibración de Medidor de Conductividad.



AQA
química
EXCELENCIA EN SERVICIO

**ESPECIALISTAS EN EQUIPOS
PARA EL TRATAMIENTO
DEL AGUA**



ISO 9001

UNA EMPRESA CON SISTEMA DE
GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Número de Certificado ICH-062021-03

1. SOLICITANTE : DIRESA HUANCAMELICA

2. DIRECCION : Av. Andrés A. Cáceres S/N, Huancavelica

3. INSTRUMENTO CALIBRADO : Medidor de Conductividad

MARCA : Hach

MODELO : CDC40101

NUMERO DE SERIE : 130232581002

IDENTIFICACION : 602259860003

ALCANCE : 0.0 uS/cm – 200.0 mS/cm

RESOLUCION : 0.01

PROCEDENCIA : USA

4. UBICACIÓN : En el laboratorio de AQA QUIMICA S.A.

5. FECHA DE CALIBRACION : 2020-06-02

6. METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó según PSI-IN-005 "Procedimiento de calibración para medidores de conductividad" de AQA Química S.A.

7. TRAZABILIDAD
Se utilizó la solución patrón de conductividad:

uS	Nro. Lote	Certificado de análisis	Incertidumbre (uS)
1000	A9256	Hach	10,0

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

AQA Química S.A. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de AQA Química S.A.


José Lozada Ruiz
Servicio Técnico Hach

Código: PSI-FO-014
Versión: 001

Aprobado por: CC
Ult. Rev. 2012-06-25

Oficina Administrativa:
Av. General Garzón 2210
Jesús María, Lima 11 - Perú
Tel.(511) 512 2500 Fax (511) 261 2858
www.aqaquímica.com

Oficina Comercial:
Parque Manuel González Prada 705
Magdalena del Mar, Lima 17 - Perú
Tel.(511) 204 5900 Fax (511) 204 5724 / Central Nextel 837 1388
ventashach@aquimica.com

FIGURA 29: Certificado de Calibración de Medidor de pH.



AQA
química
EXCELENCIA EN SERVICIO

**ESPECIALISTAS EN EQUIPOS
PARA EL TRATAMIENTO
DEL AGUA**



ISO 9001

UNA EMPRESA CON SISTEMA DE
GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Número de Certificado ICH-052021-19

1. SOLICITANTE : DIRESA HUANCVELICA
2. DIRECCION : Av. Andrés A. Cáceres S/N, Huancavelica
3. INSTRUMENTO CALIBRADO : Medidor de pH

MARCA : Hach

MODELO : PHC10101

NUMERO DE SERIE : 130222561029

IDENTIFICACION : 602259860003

ALCANCE : 2 – 14 pH

RESOLUCION : 0.01

PROCEDENCIA : USA
4. UBICACIÓN : Laboratorio de AQA QUIMICA S.A.
5. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-06-02
6. METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó según PSI-IN-005 "Procedimiento de calibración para medidores de pH" de AQA Química S.A.
7. TRAZABILIDAD
Se utilizó las soluciones tampones patrones de pH:

pH	Nro. Lote	Certificado de análisis	Incertidumbres (pH)
4,01	A9340	Hach Company	0,02
7,00	A9339	Hach Company	0,02
10,01	A0125	Hach Company	0,02

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

AQA Química S.A. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de AQA Química S.A.



José Lozada Ruiz
Servicio Técnico Hach

Código: PSI-FO-014
Versión: 001

Aprobado por: CC
Ult. Rev. 2012-06-25

Oficina Administrativa:
Av. General Garzón 2210
Jesús María, Lima 11 - Perú
Tel: (511) 512 2500 Fax: (511) 941 8056
www.aquimica.com

Oficina Comercial:
Parque Manuel González Prada 705
Magdalena del Mar, Lima 17 - Perú
Tel: (511) 204 5700 Fax: (511) 204 5724 / Central Nextel 837*1388
ventashach@aquimica.com

FIGURA 30: Certificado de Calibración del Medidor de Turbiedad.



AQA
química
EXCELENCIA EN SERVICIO

**ESPECIALISTAS EN EQUIPOS
PARA EL TRATAMIENTO
DEL AGUA**



ISO 9001

UNA EMPRESA CON SISTEMA DE
GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Número de Certificado ICH-062021-02

1. SOLICITANTE : DIRESA HUANCAMELICA
2. DIRECCION : Av. Andrés A. Cáceres S/N, Huancavelica
3. INSTRUMENTO CALIBRADO : Medidor de Turbidez

MARCA : Hach

MODELO : 2100Q

NUMERO DE SERIE : 15030C039491

IDENTIFICACION : 602295540011

ALCANCE : 0 – 1000 NTU

RESOLUCION : 0.01

PROCEDENCIA : USA
4. UBICACIÓN : Laboratorio de AQA QUIMICA S.A.
5. FECHA DE CALIBRACION : 2020-06-02
6. METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó según PSI-IN-005 "Procedimiento de calibración para medidores de Turbidez" de AQA Química S.A.
7. TRAZABILIDAD

NTU	Nro. Lote	Certificado de análisis	Incertidumbre (NTU)
10,0	A0141	Hach Company	0,50
20,0	A0155	Hach Company	1,00
100	A0160	Hach Company	5,00
800	A0160	Hach Company	40,0

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

AQA Química S.A. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de AQA Química S.A.


 José Lozada Ruiz
Servicio Técnico Hach

Código: PSI-FO-014
Versión: 001

Aprobado por: CC
Ult. Rev. 2012-06-25

Oficina Administrativa:
Av. General Garzón 2210
Jesús María, Lima 11 - Perú
Tel.(511) 512 2500 Fax (511) 261 2858
www.aqaquímica.com

Oficina Comercial:
Parque Manuel González Prada 705
Magdalena del Mar, Lima 17 - Perú
Tel.(511) 204 5700 Fax (511) 204 5724 / Central Nextel 837*1388
ventashach@aquímica.com

PANEL FOTOGRAFICOS

TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO 1

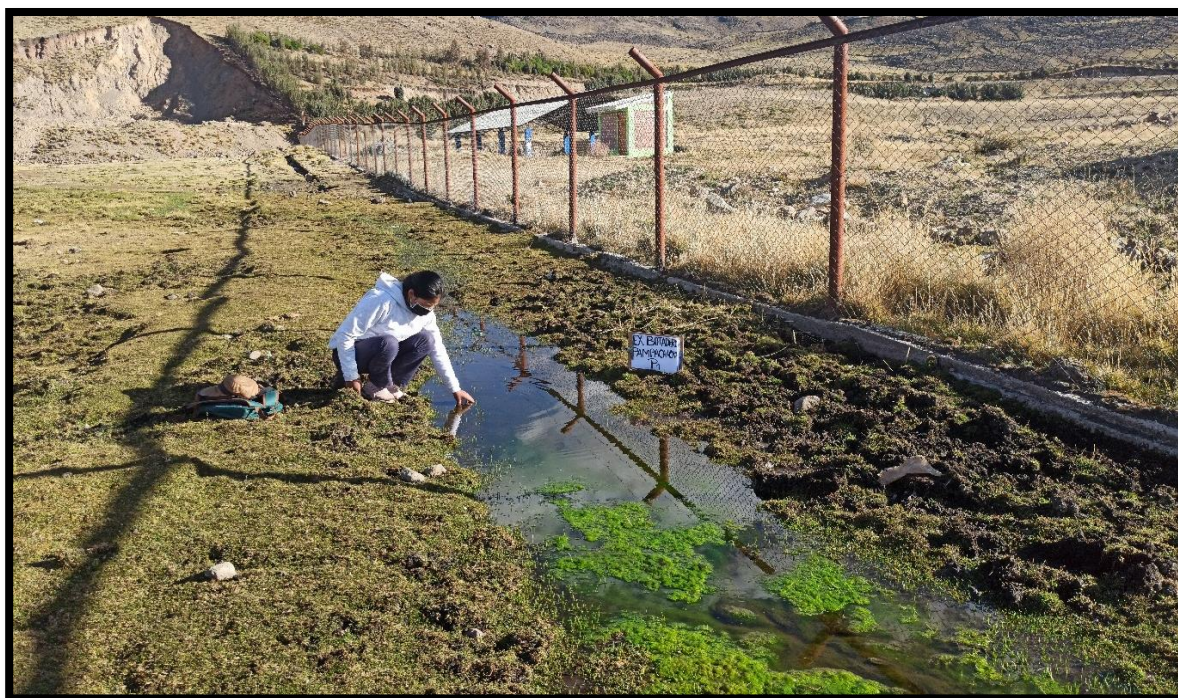
FIGURA 31: Ubicación de punto de muestreo.



FIGURA 32: Toma de muestra microbiológico.



FIGURA 333: Toma de muestra fisicoquimico



TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO 2

FIGURA 34: Ubicación de punto 2.



FIGURA 345: Toma de muestra fisicoquímico.



FIGURA 356: Toma de muestra microbiológico.



TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO 3

FIGURA 36: Ubicación del punto 3.



FIGURA 37: Toma de muestra fisicoquímico.



FIGURA 38: Toma de muestra microbiológico.



TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO 4

FIGURA 39: Ubicación de punto 4.



FIGURA 40. Toma de muestra fisicoquímico.



FIGURA 41: Toma de muestra microbiológico.



ENTREGA AL LABORATORIO

FIGURA 42: Entrega al laboratorio de las muestras fisicoquímicas de los cuatro puntos.



FIGURA 43: Análisis en el laboratorio de las muestras recolectadas.



