



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

Calidad ambiental en la planta de tratamiento de minerales Bedregal – Chamaca -

Cuzco 2024

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autor

Piero Alonso Huaman Mendoza

Asesora

Dra. Jaqueline Victoria Aroni Mejía


Dra. Jaqueline Victoria Aroni Mejía
DOCENTE
D.N.U. 323

Huacho – Perú
2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA SUSTENTACIÓN
Huaman Mendoza Piero Alonso	75693494	31-03-2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Aroni Mejía Jaqueline Victoria	15592693	https://orcid.org/0000-0002-6806-9552
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Legua Cárdenas José Antonio	08832152	https://orcid.org/0000-0002-4978-4980
Saucedo López María Cleofé	26672803	https://orcid.org/0000-0001-6075-2288
Abarca Rodríguez Joaquín José	15740291	https://orcid.org/0000-0003-1004-3824

Huaman Mendoza Piero Alonso 2026 - 019418

CALIDAD AMBIENTAL EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE MINERALES BEDREGAL – CHAMACA - CUZCO 2024

-  UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FIQyM - PREGRADO - 2026
-  Unidad de Investigación de la FIQyM - 2026
-  Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3510852416

Fecha de entrega

18 mar 2026, 4:40 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

18 mar 2026, 4:58 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

ntal_en_la_planta_de_tratamiento_de_minerales_Bedregal_1_1.docx

Tamaño del archivo

13.4 MB

87 páginas

11.531 palabras

65.984 caracteres



Página 1 de 94 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::1:3510852416



Página 2 de 94 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3510852416

13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluídas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%

 Fuentes de Internet
- 7%

 Publicaciones
- 7%

 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Al Divino creador por cuidarme, por guiar cada día mis pasos y darme paciencia, fortaleza y sabiduría para cumplir mis sueños.

A mi MADRE por el apoyo incondicional ya que es parte de mi crecimiento profesional y personal; por los valores, principios y enseñanzas llenas de amor.

AGRADECIMIENTO

A mi querida madre, que con su amor incondicional me acompañó en cada paso importante, motivándome a crecer y dar lo mejor de mí cada día.

A mis profesores por sus enseñanzas y consejos durante mi formación.

ÍNDICE

Contenido

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

RESUMEN xi

ABSTRACT..... xii

INTRODUCCIÓN xiii

CAPÍTULO I. 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Descripción de la realidad problemática..... 1

1.2. Formulación del problema 3

1.2.1. Problema general 3

1.2.2. Problemas específicos..... 4

1.3. Objetivo de la investigación..... 4

1.3.1. Objetivo general..... 4

1.3.2. Objetivos específicos 4

1.4. Justificación de la investigación 5

1.4.1 Justificación teórica 5

1.4.2. Justificación práctica..... 5

1.5. Delimitaciones del estudio..... 5

1.6 Viabilidad del estudio 6

CAPÍTULO II. 7

MARCO TEÓRICO..... 7

2.1. Antecedentes de la investigación 7

2.1.1. Investigaciones internacionales 7

2.1.2. Investigaciones nacionales..... 9

2.2. Bases teóricas..... 11

2.3. Definición de términos..... 20

2.4 Hipótesis de investigación 21

2.4.1 Hipótesis general..... 21

2.4.2. Hipótesis específicas..... 21

2.5 Matriz operacional de variables 21

CAPÍTULO III..... 24

METODOLOGÍA 24

3.1. Diseño metodológico 24

3.2. Población y Muestra 24

3.2.1. Población..... 24

3.2.2. Muestra 26

3.3. Técnicas de recolección de datos 30

CAPÍTULO IV..... 33

RESULTADOS..... 33

4.1 Análisis de Resultados 33

CAPÍTULO V..... 55

DISCUSIONES..... 55

5.1. Discusión de los resultados..... 55

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 58

6.1. Conclusiones 58

6.2. Recomendaciones 58

REFERENCIAS..... 60

Fuentes bibliográficas 60

ANEXOS 65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la planta de tratamiento 25

Figura 2 Puntos de muestreo calidad aire 26

Figura 3 Puntos de muestreo calidad de agua..... 27

Figura 4 Puntos de muestreo calidad de suelo 28

Figura 5 Ubicación de los puntos de muestreo ruido ambiental 29

Figura 6 Concentración PM10(µg/m3) 34

Figura 7 Concentración PM2.5(µg/m3)..... 35

Figura 8 Concentración del Dióxido de azufre SO2(µg/m3)..... 36

Figura 9 Dióxido de Nitrógeno 37

Figura 10 Monóxido de carbono..... 38

Figura 11 Contenido de aluminio (Al)..... 40

Figura 12 Contenido de arsénico 41

Figura 13 Contenido de cadmio..... 42

Figura 14 Contenido de zinc 43

Figura 15 Contenido de mercurio 44

Figura 16 Contenido de plomo 45

Figura 17 Arsénico(As mg/L)..... 46

Figura 18 Contenido de bario (Ba mg/L) - Suelo 47

Figura 19 Contenido de Cadmio (Cd mg/L) - Suelo..... 48

Figura 20 Contenido de mercurio (Hg mg/L) - Suelo..... 49

Figura 21 Contenido de plomo (Pb mg/L) – Suelo..... 50

Figura 22 Contenido de Cromo (Cr mg/L) - Suelo..... 51

Figura 23 Concentración niveles de ruido ambiental Ruido 1 y Ruido 2 52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándares de calidad ambiental 11

Tabla 2 Efectos de los contaminantes en el aire 14

Tabla 3 Operacionalización de variables 22

Tabla 4 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire 26

Tabla 5 Monitoreo de Calidad de Agua 27

Tabla 6 Calidad de suelo 28

Tabla 7 Monitoreo de ruido ambiental..... 29

Tabla 8 Matriz de consistencia 31

Tabla 9 Registro de cálculo de concentración aire-01 y aire-02 (PM10 µg/m3)..... 33

Tabla 10 Registro de cálculo de concentración AIRE-01 Y AIRE-02 (PM2.5 µg/m3) 35

Tabla 11 Concentración de Dióxido de Azufre 36

Tabla 12 Dióxido de Nitrógeno 37

Tabla 13 Monóxido de Carbono 38

Tabla 14 Calidad de Agua AGUA-01 Y AGUA-02 comparado con el ECA – Categoría 3..... 39

Tabla 15 Calidad SUELO-01 y SUELO-02..... 46

Tabla 16 Ruido ambiental..... 52

RESUMEN

La contaminación por metales pesados en el procesamiento de minerales es una preocupación global debido a su impacto en la superficie terrestre, contaminando suelos, aire y agua, y provocando cambios y/o alteraciones en la fauna, la flora y la salud humana. La minería es una de las principales fuentes de esta contaminación.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo comparar los valores encontrados con los estándares de calidad ambiental de la planta beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024. Se aplicó la metodología de estudio descriptivo con un enfoque cuantitativo, utilizando los resultados de los análisis de los monitoreos de calidad ambiental realizados por la empresa minero-metalúrgica, de acuerdo con los protocolos de monitoreo de calidad del aire, agua, suelo y ruido. Se compararon con los parámetros de los estándares de calidad ambiental. Los resultados obtenidos nos permiten concluir que los resultados no superan los límites fijados por estándares de calidad ambiental - ECA.

Palabras Claves: Estándar Calidad, Agua, Suelo, Aire.

ABSTRACT

Heavy metal pollution in mineral processing earth's surface, contaminating soil, air and water, and causing changes and/or alterations in fauna, flora and human health. Mining is one of the main sources of this pollution.

The present research work aims to compare the values found with the environmental quality standards (ECA) of the Bedegral Chamaca-Cuzco 2024 metallurgical mining processing plant. The descriptive study methodology was applied with a quantitative approach, using results of the analysis of the environmental quality monitoring carried out by the mining-metallurgical company, in accordance with the monitoring protocols for air, water, soil and environmental noise quality. They were compared with the parameters of the environmental quality standards (ECA). The results obtained allow us to conclude that the values do not exceed the limits set by environmental quality standards - ECA.

Keywords: Quality Standard, Water, Soil, Air.

INTRODUCCIÓN

La extracción y manejo de minerales de la tierra, siempre ha sido continuo, desde los primeros tiempos de la civilización. No obstante, la introducción de nuevas tecnologías, que incluye maquinaria, procesos y tecnología, ha transformado esta actividad económica esencial en una de las principales causas de impacto ambiental. En consecuencia, en algunos países donde se gestiona la minería, se han implementado reglamentos y normativas con la finalidad de supervisar, controlar y mitigar los daños de su influencia en el medio natural, abordando aspectos como el agua, el suelo, el aire y ruido ambiental y hoy en día el problema ambiental nos exige plantear acciones urgentes para garantizar la vida en el planeta

Se evalúan los compromisos ambientales asumidos por la Planta Beneficio Minero Metalúrgico-Bedregal, si el proceso de tratamiento de minerales produce daño y/o afectación al medio ambiente como ausencia de cultivos de plantas, animales y otros elementos de su hábitat natural, como resultado de la alteración del agua, del suelo y del aire debido a la presencia de metales pesados, desechos peligrosos, aguas con características ácidas o básicas y sustancias químicas empleadas en los procesos de tratamiento. Para ello, se revisaron bibliografías, normativas vigentes e informes de evaluaciones ambientales de años anteriores y recientes.

Por estas circunstancias considera llevar a cabo la presente investigación para conocer los impactos que genera la planta de tratamiento de minerales al medio ambiente. Para esto se estudió las normativas ambientales vigentes para Aire, agua, suelos ruido para evaluar el cumplimiento de parámetros definidos.

Para evaluar el impacto del aire se tomará se considera el D.S. N° 003-2017-MINAM. Para calidad del agua el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Calidad de suelo lo establecidos en el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM – ECA, usos Agrícolas y Residenciales/Parques y ruido ambiental nocturno se encuentra dentro parámetro ECA (80 dB), según el D.S. N° 085-2003 PCM.

Con el presente estudio, se pretende no solo ofrecer una base informativa para futuras investigaciones relacionadas con la calidad ambiental y el impacto de la actividad minera, sino también contribuir al enriquecimiento del conocimiento técnico y científico de los lectores. Al abordar de manera sistemática el análisis de parámetros ambientales y su comparación con los estándares normativos vigentes, se proporciona un marco de referencia útil para profesionales,

estudiantes, entidades reguladoras y tomadores de decisiones. Asimismo, se busca fomentar la conciencia sobre la importancia del monitoreo ambiental y promover el desarrollo de soluciones sostenibles frente a los desafíos ecológicos que enfrenta el país.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Desde los inicios de la civilización, la humanidad ha recurrido a la extracción y uso de minerales como una actividad fundamental para su desarrollo. Sin embargo, en la actualidad, la incorporación de tecnologías avanzadas, maquinaria de gran capacidad y procesos industriales intensivos ha transformado esta práctica ancestral en una de las principales fuentes de degradación ambiental. La explotación minera moderna, si bien impulsa el crecimiento económico, también genera impactos significativos sobre el suelo, el agua y el aire, intensificando la contaminación al ecosistema.

A nivel mundial, el problema del agua por metales pesados como el arsénico, cadmio, mercurio y plomo, y la dispersión de material particulado fino (PM2.5 y PM10) se han convertido en amenazas persistentes para la salud humana y los ecosistemas. Regiones altamente mineras como América Latina, África, Canadá, China, Australia e India presentan recurrentemente degradación ambiental debido a prácticas inadecuadas de gestión de residuos, minería artesanal con uso de cianuro o mercurio, fallas en depósitos de relaves y ausencia de controles ambientales efectivos.

En el Perú, la actividad minera constituye uno de los pilares económicos del país; sin embargo, también es una de las principales fuentes de contaminación ambiental. Diversos estudios han demostrado que las operaciones mineras, tanto formales como informales, generan impactos significativos, principalmente liberación de metales pesados, drenaje ácido y residuos de procesamiento. Regiones como Cajamarca, La Libertad, Pasco, Junín, Cusco y Puno presentan altos niveles de afectación ambiental vinculados a la minería, afectando a ecosistemas, actividades agrícolas y a la salud de las poblaciones locales. MINAM. (2020)

En el Perú, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) constituyen instrumentos de gestión ambiental establecidos por el Estado, a través del Ministerio del Ambiente (MINAM), con la finalidad de proteger la salud de las personas y la calidad del ambiente. Estos estándares fijan los niveles máximos de concentración de contaminantes que pueden estar presentes en los distintos componentes ambientales, sin generar riesgos significativos para la salud humana ni para los ecosistemas. De acuerdo con la normativa vigente, existen cinco tipos principales de ECA, cada uno aplicable a un componente ambiental específico:

La planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral, ofrece servicios de procesamiento de minerales a través de campañas de flotación. Esto implica la aplicación de tratamientos físico-mecánicos y procesos fisicoquímicos con el fin de transformar estos minerales en concentrado, manteniendo intactas sus características necesarias para su posterior proceso de extracción. La situación actual y el método de procesamiento de minerales en la planta de beneficio minero-metalúrgico Bedegral podrían generar un impacto ambiental al entorno debido exposición a metales altamente tóxicos arsénico, cadmio. Cobre, plomo, antimonio y zinc. La interacción de

estos metales con el suelo y las aguas subterráneas puede provocar una contaminación considerable, especialmente en zonas con altas concentraciones de estos elementos.

En muchos casos, el daño al entorno minero ha sido consecuencia del vertimiento de relaves mineros, los cuales, en el pasado, se realizaban sin control ni regulación estatal. Este tipo de contaminación ha sido ampliamente documentado, siendo los principales responsables los centros mineros y las plantas concentradoras, cuyas operaciones históricas contribuyeron al daño al cuerpo hídrico en diversas regiones. La minería genera una fuerte contaminación hídrica en diversas regiones del Perú, especialmente en zonas cercanas a centros mineros. Los relaves contienen metales pesados peligrosos para la salud y el ambiente, y la minería aurífera agrava el problema con el vertido de mercurio en cuerpos de agua. Lázaro. (2015).

Dado el impacto ambiental generado por el proceso de tratamiento de minerales, es necesario establecer estrategias eficaces para prevenir, mitigar y controlar los efectos negativos en el entorno. Para ello, es necesario implementar medidas de gestión y monitoreo ambiental, de los compromisos ambientales de la planta de beneficio minero-metalúrgico Bedregal para asegurar así, una operación sostenible y alineada con la normativa vigente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué medida los parámetros ambientales cumplen los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca Cuzco 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida los valores que presenta el aire cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca Cuzco 2024?
- b) ¿En qué medida los valores que presenta el agua cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca Cuzco 2024?
- c) ¿En qué medida los valores que presenta el suelo cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca Cuzco 2024?
- d) ¿En qué medida los valores que presenta el ruido cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca Cuzco 2024?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Comparar los valores encontrados con los estándares de calidad ambiental (ECA) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Comparar los valores calidad del aire encontrado con los estándares de calidad ambiental agua (ECA-Aire) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024
- b. Comparar los valores suelo encontrado con los estándares de calidad ambiental agua (ECA-agua) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024
- c. Comparar los valores suelo encontrado con los estándares calidad ambiental aire (ECA-suelo) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024

- d. Comparar los valores ruido encontrado con los estándares de calidad ambiental aire (ECA-ruido) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Existe una creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente, principalmente debido al uso excesivo de los recursos naturales, lo cual ha ocasionado un deterioro significativo del planeta. Este daño ambiental es un problema a nivel global. El presente proyecto reviste importancia al divulgar diversas teorías relacionadas con el tratamiento minero y la conservación del planeta. Nos enfocaremos en consolidar los registros de calidad ambiental de los últimos años, evaluando si el entorno de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral cumple con la normativa ambiental vigente.

1.4.2. Justificación práctica

Abordará el entorno ambiental del distrito de Chamaca. El propósito de la investigación es determinar si existen problemas de contaminación en las áreas circundantes a la planta de tratamiento, y que tanto afecta a la población como a la flora y fauna del entorno.

1.5. Delimitaciones del estudio

El ámbito del presente estudio será predio Capaiva S/N sec. Pillccoca Pachachara, en el distrito de Chamaca, provincia de Chumbivilcas, departamento del Cuzco.

1.6 Viabilidad del estudio

Es viable, con experiencia en el tema, así mismo hay antecedentes de tesis desarrollado con numerosa información y datos cualitativos y cuantitativos. El presente trabajo estará dentro de un contexto de normatividad y leyes nacionales referente a los (ECA).

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Hay varios antecedentes relacionados con las variables en estudios como normativas, protocolos y requisitos legales que apoya y valida el proyecto.

2.1.1. Investigaciones internacionales

Vásquez (2021). Examina la presencia de contaminación por metales pesados en los suelos, influenciados por la minería aurífera en Antioquia, Bolívar y otro departamento del Caribe colombiano. La minería, especialmente la informal, fuentes de contaminación ambiental, con un 86 % de las áreas sin títulos mineros. Se evaluaron 156 muestras de suelo para determinar la concentración total y biodisponible de Hg, Cd y Pb, utilizando espectrometría de absorción atómica y extracción con cloruro de calcio. Los resultados indicaron que Antioquia y Bolívar presentaron las mayores concentraciones, con $Hg > Cd > Pb$, y un alto porcentaje de suelos con valores superiores a los de referencia, especialmente en zonas urbanas y agrícolas. En términos de biodisponibilidad, los valores de Hg y Pb fueron similares a los reportados en la literatura, mientras que Cd fue significativamente elevado. Bolívar mostró mayor contaminación por Cd y Pb, mientras que Antioquia presentó los niveles más altos de Hg. Las zonas urbanas registraron el mayor número de sitios con altos grados de contaminación para los tres metales.

Monsalve y Manrique (2020). Reviso veinticinco (25) artículos científicos con el propósito de identificar los efectos generados por los contaminantes empleados en las actividades mineras, tanto formales como artesanales. Estas prácticas hacen uso intensivo de metales tóxicos para su tratamiento, lo que implica un peligro significativo para el entorno y genera impactos severos al medio ambiente. Asimismo, se analizaron los tipos de contaminantes utilizados y el grado de dificultad en sus procesos de remediación. Los resultados evidenciaron que el mercurio es el principal agente contaminante en la minería, provocando daños ambientales irreversibles, especialmente en los cuerpos de agua, cuya recuperación resulta altamente compleja.

Brousett Minaya, et al (2021). El trabajo evalúa las características físicas y químicas de las aguas superficiales y sedimentos, en temporada seca y temporada de lluvias. La metodología es descriptiva. Los resultados se contractaron con las normas ambientales de Perú, Canadá y Estados Unidos. Se identificaron incumplimientos en varios parámetros, especialmente por la acidez del pH y la dureza del agua. Asimismo, los metales pesados, exceden los parámetros permitidos. En el caso del mercurio en sedimentos, se registraron concentraciones elevadas, alcanzando 20.1 mg/kg en temporada de lluvia y 33 mg/kg en temporada seca.

Folchi (2006), El estudio destaca el rendimiento de la industria chilena del cobre en los siglos XIX y XX ha sido posible, en gran medida, gracias al constante avance técnico en las operaciones de extracción y beneficio. Este progreso ha permitido obtener resultados positivos y mantener elevados niveles de competitividad en el mercado internacional del cobre. Al examinar el progreso tecnológico como un eje central en la historia de la industria del cobre en Chile a lo largo de esos siglos, es evidente que presenta dos caras: una relacionada con el crecimiento y éxito

económico, y otra asociada con los daños ambientales provocados por dichas innovaciones. Cada avance tecnológico ha mejorado las condiciones de producción, con sus correspondientes efectos positivos en el rendimiento del sector. Sin embargo, al mismo tiempo, ha resultado en perjuicios al medio ambiente de las cercanías mineras.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Farfán (2023). Identifico la presencia de suelo contaminado por actividades minera en Caylloma- Arequipa, debido a su destacada actividad minera se seleccionaron dos zonas de estudio donde se identificaron zonas de prueba y se aplicó muestreos tanto en estas como en áreas sin influencia minera, pero con características similares. Al comparar los valores, se encontraron concentraciones elevadas de arsénico. No obstante, al compararlas con los niveles se determinó que estas concentraciones corresponden a un origen natural.

Roque (2024). La finalidad del estudio fue revisar el desempeño de la interpretación de resultados frente al cumplimiento de Límites Máximos Permisibles en el monitoreo en cada estación de aire, ruido, agua superficial y suelo. La empresa minera Yaruchagua, ubicada en Pasco, se recopilaron y analizaron los valores, comparándolos con la norma y evaluar su nivel de cumplimiento. Como resultado, se concluye que el comportamiento ambiental observado es favorable, por lo que se confirma la hipótesis planteada.

Villon (2023). La investigación tuvo como propósito identificar y relacionar la gestión ambiental generada por relaves mineros. Se desarrolló bajo un enfoque básico, con un diseño no experimental y correlacional. La muestra estuvo integrada por 86 habitantes de la cuenca, empleándose la encuesta como técnica y el cuestionario como instrumento. El instrumento fue

validado por el coeficiente Alfa de Cronbach, alcanzó 0,708 para el cuestionario de gestión y 0,777 para el de contaminación por relaves. Los valores evidenciaron una relación directa y significativa entre ambas variables ($r = 0,618^{**}$; $p < 0,05$).

Anaya y Farro (2013). El estudio realizado en el área minera Pierina de Barrick, destaca algunas conclusiones relevantes, como la presencia de niveles elevados de arsénico en los puntos S-2, S-3 y S-4, superando los límites establecidos - Suelo. Asimismo, se identificó una superación en los niveles de plomo en S-2, S-3 y S-4, según lo establecido en el mismo decreto. Además, se observó que los valores de boro pasan los límites establecidos en los (ECA) Al igual, los niveles de aluminio sobrepasan lo indicado en los ECA. Adicionalmente, señala que el arsénico en el punto R-89 excede los límites ECA para agua, entre otros hallazgos.

García y Rodríguez (2023). Evaluó estratégicamente los cuatro informes de calidad de aire los periodos 2017 a setiembre 2018. Los resultados calidad de aire no superan los límites máximos permisibles. Se concluye que los valores de material particulado afectados en el entorno corresponden a PM2.5 y PM10; sin embargo, sus concentraciones promedio se mantienen dentro del estándar.

Calla (2010). El propósito de este estudio fue disminuir los niveles de metales presentes en el río, y optimizar el manejo actual de efluentes, aplicando tecnología nueva que garantice cumplimiento ambiental, se propuso una alternativa técnica de la implementación de Lodos de Alta Densidad, eficaz en manejo de efluentes mineros que contienen metales como plomo, cadmio, arsénico, manganeso y hierro. Esta tecnología destaca por su alta eficiencia, ya que

permite reducir las concentraciones de metales a niveles mínimos, asegurando que la descarga al cuerpo receptor no genere impactos negativos en el ecosistema y cumpla con los ECA-Agua vigente.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 *Los Estándares Calidad Ambiental (ECA)*

Son normas que señala , de manera objetiva y medible, las concentraciones máximas de determinadas sustancias y las condiciones ambientales como pH o temperatura que no implican amenazas relevantes para la salud ni para el entorno, según el conocimiento científico disponible. Viera (2017).

Esta norma ambiental, se basa en evidencias científicas actualizada y toman como referencia los criterios utilizados por organismos internacionales especializados en calidad ambiental. Su formulación considera los riesgos para la salud, así como factores económicos, sociales y ambientales.

Tabla 1
Estándares de calidad ambiental

ESTANDARES	VALORES
ECA- Aire	10
ECA- Agua	104
ECA- Agua	21
ECA- Ruido	1
ECA-Radiaciones no Ionizantes	4

Nota: Del reporte MINAN

2.2.1.1 Estándares Calidad Ambiental (ECA aire).

Dentro del marco legal peruano, se implementan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire con el objetivo de preservar el entorno atmosférico y prevenir la emisión de sustancias contaminantes. Estos ECA particulares para el aire permiten controlar las fuentes industriales y otros procesos, con el propósito de reducir o prevenir impactos potenciales en la salud y en el entorno natural.(MINAN 2017)

A. PARÁMETROS DE CONTROL

Para calidad aire, se considera:

- **Material particulado (PM-10 y PM-2.5)**

Son de partículas sólidas y líquidas, cuya clasificación depende de su tamaño aerodinámico. El PM10 incluye partículas con un diámetro menor o igual a 10 micrómetros, mientras que el PM2.5 comprende partículas finas con diámetros iguales o inferiores a 2.5 micrómetros.

Además, el MP proviene tanto de fuentes naturales como polvo, y minerales como de actividades antrópicas, entre ellas procesos industriales, combustión vehicular, actividades mineras y construcción. EPA (Environmental Protection Agency, 2020)

- **Monóxido de carbono (CO)**

Gas incoloro, inodoro e insípido, producido principalmente por la combustión incompleta del carbono, diésel, carbón, madera o gas natural. De acuerdo con Sperling (2018), el CO se genera cuando la cantidad de oxígeno disponible durante la combustión es insuficiente para formar dióxido de carbono (CO₂).

- **Dióxido de azufre (SO₂)**

Es un gas irritante e incoloro o con un ligero color amarillento en concentraciones elevadas y contaminante atmosférico de gran importancia, especialmente en áreas industriales y con alta densidad de tráfico. El SO₂ se oxida en la atmósfera formando ácido sulfúrico (H₂ SO₄), daña bosques, cultivos y ecosistemas acuáticos.

- **El óxido de azufre (SO)**

También conocido como monóxido de azufre, es un compuesto químico formado por un átomo de azufre y uno de oxígeno. Es bastante inestable y reactivo, por lo que rara vez se encuentra en condiciones normales. El verdadero problema ambiental surge porque el SO se convierte rápidamente en SO₂ (dióxido de azufre), que sí causa daños significativos: El SO₂ reacciona con agua atmosférica formando ácido sulfúrico (H₂ SO₄), acidifica suelos, lagos y ríos y deteriora la biodiversidad.

- **Dióxido de nitrógeno (NO₂)**

Es un gas contaminante importante en la calidad del aire. Las fuentes de emisión son las plantas de generación eléctrica, Procesos industriales y/o combustión de combustibles fósiles en general. Los Impactos en el medio ambiente:

- a) Lluvia ácida Se convierte en ácido nítrico (HNO₃) al reaccionar con agua
- b) Acidifica suelos y cuerpos de agua
- c) Daña bosques y cultivos
- d) Libera metales tóxicos del suelo

Tabla 2
Efectos de los contaminantes en el aire

CONTAMINANTE	EFEECTO MEDIO AMBIENTE
PM10 y PM2,5	Ocasiona acidificación al cuerpo hídrico alteraciones en el equilibrio, así como daños vulnerables al entorno vegetal y cultivos.
Monóxido de carbono	Este compuesto impacta el clima y permanece en el aire por un periodo cercano a tres meses, tiempo durante el cual se oxida progresivamente, generando dióxido de carbono (CO ₂) y ozono (O ₃) como productos de este proceso.
Dióxido de azufre(SO ₂)	Contribuye a la acidificación del suelo y las aguas superficiales, Produce lesiones en la flora y fauna.
Dióxido nitrógeno	Produce la acidificación y eutrofización del entorno, y las afecciones metabólicas daña la flora natural.

B. Normatividad ambiental para aire

El Estado, mediante el Ministerio del Ambiente (MINAM), establecer los (ECA) aire y fijar los valores máximos permitidos de los contaminantes atmosféricos. Estos estándares tienen como finalidad asegurar la protección con instrumentos y evaluaciones técnicas especializadas.

Mediante el D.S 003-2017 MINAM, se aprueban (ECA) para el aire, derogando otras normativas relacionadas para el aire.

2.2.1.2. Estándares de Calidad Ambiental para Agua

El (ECA-Agua) es una herramienta que permite evaluar el estado de la calidad del recurso hídrico ya sea para consumo humano, riego o uso industrial en un ámbito local, regional o nacional. Este estándar mide concentraciones de diversos parámetros existente en el agua como cuerpo receptor, los cuales deben mantenerse en niveles que no generen riesgos y daño ambiental.

A. Parámetros de control descargas de efluentes líquidos mineros

Metales pesados.

- **Arsénico**

Es un metaloide, el cual puede liberarse al agua, al suelo y al aire mediante procesos geológicos o actividades humanas. En el agua de consumo humano suele aparecer por la disolución natural de rocas y sedimentos. La exposición de las personas a este elemento ocurre principalmente a través de la ingestión de agua contaminada, alimentos y bebidas que lo han incorporado durante su producción o procesamiento. OMS ha establecido un límite provisional de 0,01 mg/l en agua potable, debido a las incertidumbres científicas que aún existen respecto a sus efectos.

- **Cadmio**

Los minerales que contienen cadmio no suelen presentarse en concentraciones lo suficientemente altas como para justificar una explotación minera exclusiva de este elemento. De ellos, la grenockita (CdS) es el mineral más frecuente y se encuentra generalmente asociada a la esfalerita (ZnS). Debido a su alta toxicidad, el cadmio está regulado por una de las normativas más estrictas en materia ambiental y de salud pública.

- **Cromo**

El cromo es el más abundante en la corteza terrestre, siendo su principal forma de incorporación al cuerpo humano la ingesta de alimentos. La OMS ha propuesto un límite provisional 0,05 mg/l cromo total en el agua destinada al consumo. Asimismo, investigaciones epidemiológicas han evidenciado una posible asociación entre la inhalación de compuestos de cromo y la aparición de cáncer Corrales (2019).

- **Cobre**

Aunque esencial como nutriente, puede actuar como contaminante del agua potable. Su presencia suele deberse a la corrosión de tuberías, especialmente en sistemas domésticos. En algunos países, los alimentos y el agua representan sus principales fuentes de exposición. La OMS establece un valor de referencia de 2 mg/l, y se han reportado efectos gastrointestinales asociados al consumo de agua con concentraciones elevadas de este meta Corrales (2019).

- **Cianuro**

El cianuro es un compuesto químico que contiene el grupo funcional $\text{--C}\equiv\text{N}$, formado por un átomo de carbono unido mediante un triple enlace a un átomo de nitrógeno. Puede presentarse en forma de sustancias inorgánicas (como el cianuro de sodio o potasio) u orgánicas. Es altamente reactivo y tóxico, ya que inhibe procesos celulares esenciales para la respiración. En la minería y otras industrias, se utiliza principalmente en la separación oro y la plata, por su capacidad para formar complejos solubles. Su manejo requiere estrictos controles ambientales y de seguridad debido a su peligrosidad. Corrales (2019).

- **El plomo**

El plomo se utiliza en soldaduras, aleaciones y baterías, aunque su presencia en el ambiente ha disminuido tras la restricción de su uso en combustibles y lubricantes. Actualmente, la principal vía de exposición es el agua potable, especialmente en viviendas con tuberías que contienen este metal. La OMS fija un límite de 0,01 mg/L. Además, se sabe que el plomo atraviesa la placenta desde la semana 12 de gestación y que los niños absorben mayores cantidades que los adultos.

- **Mercurio**

Para el mercurio inorgánico, la OMS determinó un valor de 0,006 mg/l. Según estudios toxicológicos, estos compuestos pueden causar daño renal tanto en seres humanos como en animales, incluso tras exposiciones breves. En personas, también se han registrado casos de colitis y gastritis hemorrágicas asociadas a la exposición a este metal.

- **Zinc**

El zinc está presente tanto en los alimentos como en el agua potable. En cuerpos de agua, sus concentraciones usualmente no superan los 0.01 mg/l y 0.05 mg/l. Sin embargo, en el agua de caño los niveles se incrementan por liberación de zinc desde las tuberías. Cuando la concentración supera los 3 mg/l, el agua podría volverse inaceptable para el consumo humano.

2.2.1.3 Estándares de Calidad Ambiental (ECA suelo).

Consisten en varias medidas diseñadas para evaluar los componentes del suelo, considerándolo como receptor, con el objetivo de asegurar que dichos niveles no representen un peligro importante para la salud y entorno ambiental. Ministerio de Ambiente (2017).

Los (ECA) suelo valores numéricos que establecen límites máximos permitidos en el suelo, sirven de referencia para evaluar la calidad del suelo y determinar si existe riesgo por la presencia de sustancias químicas, ya sea de origen natural o antropogénico

A. Parámetros de control

Metales pesados

Compuestos químicos denso y toxicidad incluso en volúmenes pequeñas, estos metales pueden estar presentes de forma natural (por la composición geológica del terreno). Entre los metales pesados más comunes en suelos contaminados se encuentran el arsénico, plomo, cadmio, mercurio, cromo, zinc y cobre. Su acumulación en el suelo es un peligro para los humanos, flora y fauna ya es absorbidos por las plantas e ingresar a la cadena alimentaria. Estos contaminantes en altos niveles causan efectos negativos en las propiedades físico químico, y biológica del suelo.

2.2.1.4 Niveles de ruido ambiental

Viene hacer directrices que establece los límites de ruido en el entorno, con la finalidad de cuidar el entorno, según las disposiciones del D.S N° 085-2003-PCM. Estos niveles definen mediante parámetro Presión Sonora, considerando distintas zonas. La medición del ruido es esencial debido a que el ruido excesivo puede tener impactos negativos en la calidad de vida, el descanso, la comunicación y la concentración de las personas a nivel de la población. El ruido puede clasificarse de acuerdo con el tiempo de exposición y el tipo de fuente emisora.

a) Clasificación según el tiempo:

Esta categoría se basa en la duración del ruido, identificándose cuatro tipos principales. Uno de ellos es el:

- **Ruido estable:**

Se refiere a aquel ruido que proviene de una fuente constante y cuya intensidad no varía significativamente (menos de 5 decibeles) durante al menos un minuto continuo. Un ejemplo típico

es el ruido continuo generado por una planta industrial o una discoteca, siempre que no presente cambios marcados en su nivel sonoro. (Conde, A.2013)

- **Ruido Fluctuante:**

Se caracteriza por presentar variaciones en su intensidad superiores a 5 decibeles dentro de un lapso de un minuto, independientemente del tipo de fuente que lo genere.

- **Ruido Intermitente:**

Es aquel que se presenta de manera no continua, es decir, aparece y desaparece en intervalos irregulares. Su característica principal es la repetición de pausas entre emisiones sonoras, lo que genera interrupciones perceptibles en el tiempo.

- **Ruido Impulsivo:**

Es un tipo de ruido que se caracteriza por presentarse en forma de picos sonoros breves, intensos y repentinos, generalmente de corta duración y alta energía. Este tipo de ruido suele ser generado por actividades como explosiones, disparos, golpes de maquinaria pesada o descargas eléctricas. Debido a su intensidad súbita, el ruido impulsivo puede causar mayor molestia o daño auditivo en comparación con otros tipos de ruido, incluso si ocurre durante periodos cortos.

2.3. Definición de términos

- **Agua:** Sustancia líquida incolora, inodora e insípida en su estado puro, recurso natural para la vida, ya que interviene en numerosos procesos en el cuerpo. Además de ser el componente principal de los seres vivos.
- **Estándar Calidad:** Una estándar calidad es un valor, criterio o conjunto de parámetros establecidos por normas técnicas o legales que sirven como referencia para evaluar si un producto, servicio o componente ambiental cumple con las condiciones mínimas aceptables de funcionamiento, seguridad o impacto.
- **Efluente:** Los efluentes mineros son las descargas líquidas generadas durante las distintas etapas de la actividad minera, incluyendo exploración, explotación, concentración y refinación de minerales.
- **Monitoreo:** Es el proceso sistemático de medición y seguimiento de las descargas líquidas provenientes de operaciones mineras.
- **Metales Totales:** Elementos químicos de alta densidad relativa y una toxicidad potencial incluso en concentraciones bajas. Entre los más comunes se encuentran los metales pesados
- **Parámetros:** Son las características que se analizan en las descargas líquidas generadas por actividades industriales o mineras, con el fin de evaluar su composición y determinar si cumplen con los (LMP).
- **Vertimiento:** Descarga de efluentes líquidos, tratados o no tratados, que se introducen en cuerpos de agua naturales o artificiales como resultado de actividades industriales, mineras, domésticas u otras.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Es posible comparar valores encontrados (ECA) en planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Es posible comparar los valores calidad del aire encontrados (ECA-Aire) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024.
- b. Es posible comparar los valores suelo encontrados (ECA-agua) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024.
- c. Es posible comparar los valores suelo encontrados (ECA-suelo) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024.
- d. Es posible comparar los valores ruido encontrados (ECA-ruido) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024.

2.5 Matriz operacional de variables

Tabla 3
Operacionalización de variables

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Variable 1: Comparación de los valores con los estándares de calidad ambiental (ECA)	La calidad ambiental se refiere al conjunto de propiedades del entorno, vinculadas tanto a la disponibilidad y accesibilidad de los recursos naturales como a la presencia o ausencia de elementos perjudiciales. MINA M (2018).	La calidad ambiental se operacionaliza como el grado de conformidad de las condiciones del aire, agua, suelo y ruido con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes.	Estándar calidad ambiental (ECA) para agua	Concentración de los componentes siguientes: • Plomo (Ag) • Cadmio (Cd) • Bario (Ba) • Cromo (Cr) • Mercurio(Hg) • Arsénico (Sb)	mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L
			Estándar calidad ambiental (ECA) para aire	• Material particulado (PM10) • Material particulado (PM2.5) • Monóxido de Carbono (CO) • Dióxido de azufre (SO2) • Dióxido de nitrógeno (NO2)	(µg/m3) PM10 (µg/m3) PM2.5 (µg/m3) CO (µg/m3) SO2 (µg/m3) NO2
			Estándar calidad ambiental (ECA) para suelo	• Plomo (Ag) • Cadmio (Cd) • Bario (Ba) • Cromo (Cr) • Mercurio(Hg) • Arsénico (Sb)	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
			Niveles de ruido ambiental • Zona de protección especial • Zona residencial • Zona comercial • Zona industrial	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderación(LA. eqt)	dB(A)
Variable 2: Nivel de Cumplimiento	El nivel de cumplimiento es una medida de conformidad entre lo observado y lo que “debe ser” según la norma.	Se mide mediante el porcentaje de resultados del monitoreo, comparando cada medición con el ECA correspondiente.	Cumplimiento normativo (ECA)	% de cumplimiento	%

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

- **Tipo de investigación:** Aplicada.
- **Nivel:** La presente investigación descriptiva, ya que emplea un enfoque científico orientado a observar y detallar las características y el comportamiento de un fenómeno o sujeto de estudio sin ejercer influencia alguna sobre él. Es importante resaltar que la ausencia de intervención por parte del investigador constituye un aspecto fundamental de este diseño metodológico.
- **Diseño:** No experimental, señalado por Soto, Cruzado y Carbajal (2017), este tipo de estudio se caracteriza por no realizar una manipulación intencional de las variables.

3.2. Población y Muestra

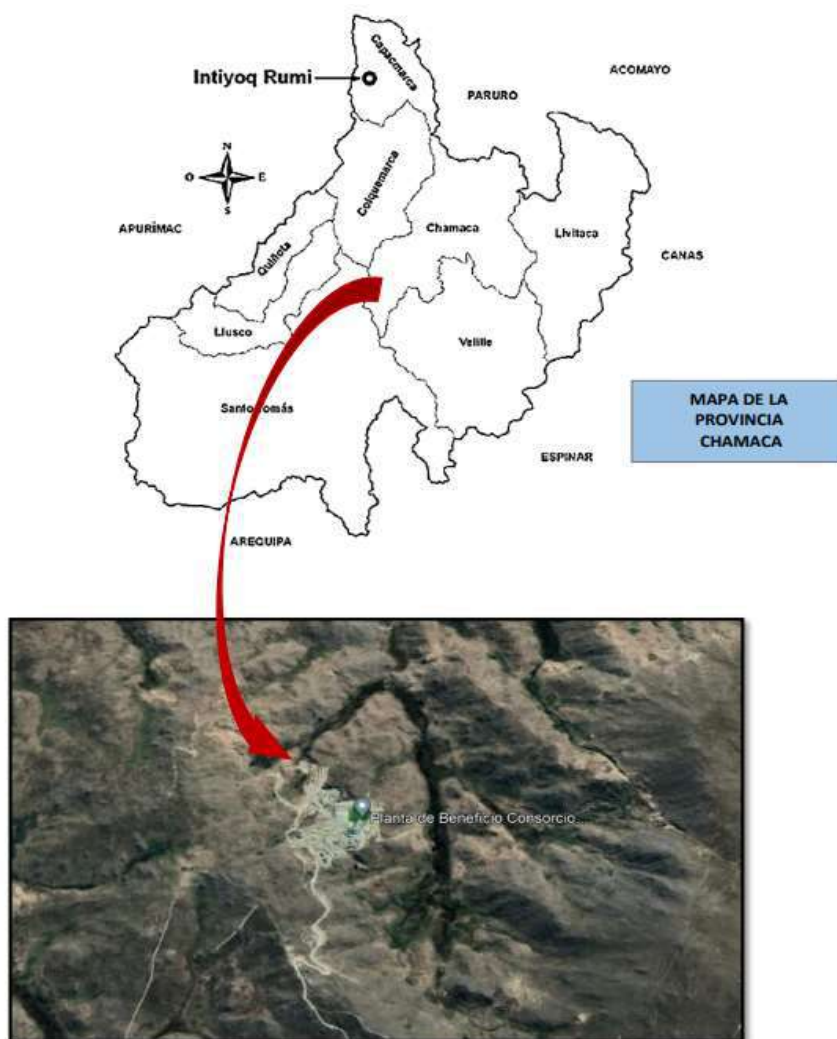
3.2.1. Población

Grupo con ciertas características previamente definidas, las cuales permiten identificarlos y diferenciarlos de otros grupos. Este conjunto constituye el objeto de estudio sobre el cual se pretende obtener y analizar información. Planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral, situada en el predio Capaiva S/N sec. Pillccoca Pachachara, en el distrito de Chamaca, provincia de Chumbivilcas, departamento del Cuzco.

**Ubicación del Distrito de Chamaca, Provincia de Chumbivilca,
departamento del Cuzco**

Figura 1

Ubicación de la planta de tratamiento



3.2.2. Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006, p. 240), la muestra es en esencia un subgrupo de la población, es decir, pertenecen al conjunto definido en sus características.

A. Características generales del muestreo

Se muestran las características generales que posee la estación de monitoreo, los parámetros evaluados, ubicación, locación de la toma de muestra, etc.

Tabla 4

Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire

ZONA	UTM	ALTURA	PARAMETROS
AIRE 1	E 183519	3947	PM10, PM2.5
	N 8404038		Gases: CO, NO2 y SO2
AIRE 2	E 183461	3955	PM10, PM2.5
	N 8404407		Gases: CO, NO2 ySO2
LOCALIZACION	Aire 01: A 5m. de la casa fuerza. Aire 02: Zona de relave		

Figura 2

Puntos de muestreo calidad aire



B. Características generales de la toma de muestra

Tabla 5

Monitoreo de Calidad de Agua

ESTACIÓN	UTM	ALTURA	PARÁMETROS
1	AGUA- E 183985 N 8404038	3998	Metales Totales
2	AGUA- E 183769 N 8404073	3892	

Figura 3

Puntos de muestreo calidad de agua



Nota: De mapa google

C. Características generales de la toma de muestra para el monitoreo suelo

Tabla 6
Calidad de suelo

	UTM	ALTURA	PARÁMETROS
SUELO -1	E 183304 N 8404048	3969	Metales Totales
SUELO -2	E 183120 N 840678	3969	Metales Totales

Nota: De mapa Google

Figura 4
Puntos de muestreo calidad de suelo



D. Características generales de la toma de muestra

Tabla 7

Monitoreo de ruido ambiental

	UTM	ALTURA	PARÁMETROS
RUIDO- 1	E 183611 N 8404046	3944	Equivalente (NPS Aeq.) Mínimo (NPS Amin.) máximo (NPS Amax.)
RUIDO- 2	E 183456 N 8404417	3954	

Figura 5

Ubicación de los puntos de muestreo ruido ambiental



Nota: De mapa Google

3.3. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas por usar para la recolección de información en el presente estudio son:

- **Recopilación Documental:** Se recopila información con el propósito de seleccionar todos los documentos relevantes que fortalecen la labor de investigación, incluyendo la búsqueda de teorías, tesis tanto a nivel internacional como nacional, relacionadas con el estudio en cuestión. El objetivo es proporcionar un respaldo teórico más sólido mediante una exhaustiva recolección de información.
- **Normas técnicas y/o requisitos legales:** Para dar sustento legal a procedimiento, registros y fichas.
- Revisión de Reportes de monitoreo realizados años anteriores.

Tabla 8
Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	DIMENSIONES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿En qué medida los parámetros ambientales cumplen los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca Cuzco 2024?	Comparar los valores encontrados con los estándares de calidad ambiental (ECA) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024.	Es posible comparar valores encontrados (ECA) en planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024.	Variable 1: Comparación de los valores con estándares de calidad ambiental (ECA) Dimensiones: (ECA) para agua Concentración de: Plomo, Cadmio ,Bario, Cromo, Mercurio, Arsénico (ECA) para aire Concentración de: Material particulado (PM_{2.5} Y PM₁₀), Monóxido de Carbono, Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno. (ECA) para suelo Concentración de: Plomo, Cadmio ,Bario, Cromo, Mercurio, Arsénico Niveles de ruido ambiental: Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderación (LA. eqt)	Tipo de investigación: Aplicada. Nivel de investigación: La presente investigación descriptiva Diseño: No experimental, señalado por Soto, Cruzado y Carbajal (2017), este tipo de estudio se caracteriza por no realizar una manipulación intencional de las variables. Población: Planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal, situada en el predio Capaiva S/N sec. Pillccoca Pachachara, en el distrito de Chamaca, provincia de
PROBLEMAS ESPECÍFICO:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS		
¿En qué medida los valores que presenta el aire cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca Cuzco 2024?	Comparar los valores calidad del aire encontrado con los estándares de calidad ambiental agua (ECA-Aire) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024.	Es posible comparar los valores calidad del aire encontrados (ECA-Aire) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedregal Chamaca-Cuzco 2024.		

• ¿En qué medida los valores que presenta el agua cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca Cuzco 2024? • ¿En qué medida los valores que presenta el suelo cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca Cuzco 2024? • ¿En qué medida los valores que presenta el ruido cumplen con los estándares de calidad ambiental en la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca Cuzco 2024?	• Comparar los valores suelo encontrado con los estándares de calidad ambiental agua (ECA-agua) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024 • Comparar los valores suelo encontrado con los estándares de calidad ambiental aire (ECA-suelo) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024. • Comparar los valores ruido encontrado con los estándares de calidad ambiental aire (ECA-ruido) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024.	• Es posible comparar los valores suelo encontrados (ECA-agua) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024. • Es posible comparar los valores suelo encontrados (ECA-suelo) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024. • Es posible comparar los valores ruido encontrados (ECA-ruido) de la planta de beneficio minero metalúrgico Bedegral Chamaca-Cuzco 2024.	Variable 2: Nivel de Cumplimiento <table><tr><th>Dimensiones</th><th>Indicadores</th></tr><tr><td>Cumplimiento normativo (ECA)</td><td>% Cumplimiento</td></tr></table>	Dimensiones	Indicadores	Cumplimiento normativo (ECA)	% Cumplimiento	Chumbivilcas, departamento del Cuzco. Muestras: las estaciones de monitoreo, los parámetros evaluados, ubicación, locación de la toma de muestra, etc. Técnicas de recolección de datos •Recopilación Documental Se recopila información con el propósito de seleccionar todos los documentos relevantes que fortalecen la labor de investigación, •Normas técnicas y/o requisitos legales, registros y fichas. •Revisión de Reportes de monitoreo realizados años anteriores.
Dimensiones	Indicadores							
Cumplimiento normativo (ECA)	% Cumplimiento							

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS

4.1 Análisis de Resultados

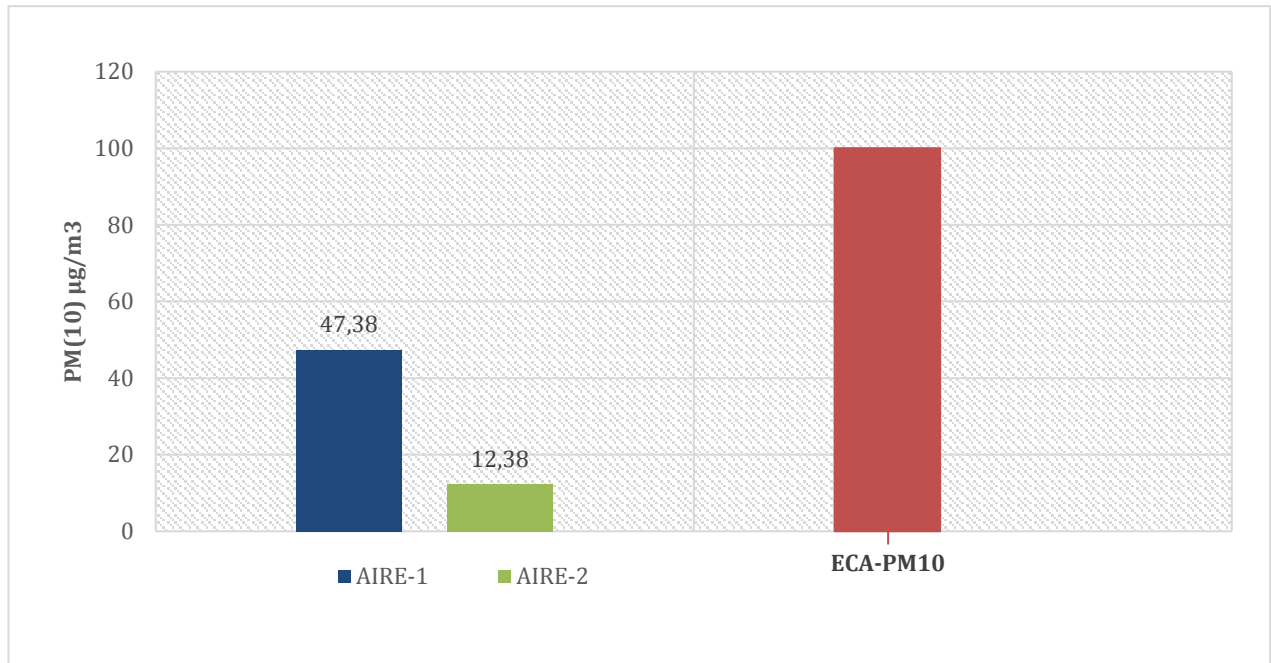
4.1.1. Calidad de aire: Material particulado PM10

Tabla 9

Registro de cálculo de concentración aire-01 y aire-02 (PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ESTACIÓN	AIRE -01		AIRE -02	
Fecha de muestreo	3/12/2023	12:00hr	3/12/2023	14:00HR
Coordenadas	E 183519		E 183461	
	N8404038		N8404407	
Medio filtrante				
Tipo	cuarzo		cuarzo	
Peso(mg)	56.0		14.6	
Peso(g)	0.056		0.015	
Datos del muestreo				
Tiempo de muestrea(mbar)	1440		1440	
Presión atmosférica (mbar)	682.0		681.9	
Temperatura(°c)	9,8		9.8	
Volumen de aire muestreado (m³)	1666.94		1662.77	
Volumen estándar (m³)	1182.01		1178.98	
Concentración				
PM10(ug/m³	47.38		12.38	
D.S. N° 003-2017-MINAN	100			

Figura 6
Concentración PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La figura 6, La estación AIRE-1 presenta una concentración de $47.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10, que está por debajo del límite de referencia ECA-PM10, pero aún es un valor significativo. Esto podría indicar que, aunque se encuentra dentro del límite permitido, podría haber un impacto que afecte el entorno a largo plazo. En la estación AIRE-2 muestra una concentración de $12.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10, que es considerablemente menor que en la estación AIRE-1 y está mucho más lejos del límite ECA-PM10. Esto indica una mejor calidad del aire en esta ubicación con respecto al material particulado.

4.1.2 Calidad de aire: Material particulado PM2.5

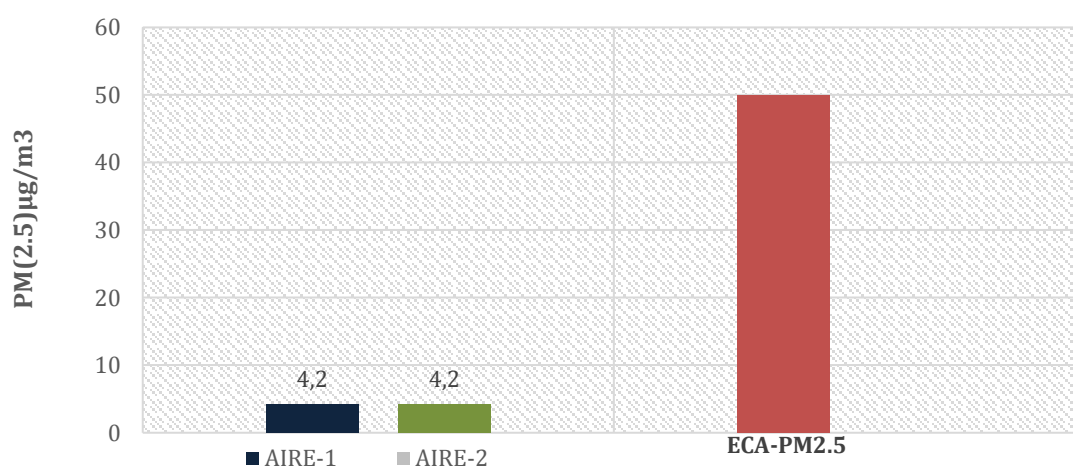
Tabla 10

Registro de cálculo de concentración AIRE-01 Y AIRE-02 (PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ESTACIÓN	AIRE -01		AIRE -02	
Fecha de muestreo	12/2023	12:00H	3/12/2023	14:00H
Coordenadas	E 183519	19L	E 183461	19L
	N8404038		N8404407	
DATOS DEL MUESTREO				
Tiempo de muestreo (min)	1440		1440	
Presión Atmosférica (mbar)	682.0		682.0	
Temperatura(°C)	9,8		9.8	
CALCULO DE VOLUMEN				
CONCENTRACION				
PM2.5 (ug/m³	4.2		4.2	

Figura 7

Concentración PM2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La figura 7, muestra las concentraciones PM2.5 en (AIRE-1 y AIRE-2) en comparación con el límite de referencia establecido por el ECA para PM2.5. la estación AIRE-1 tiene una concentración de 4.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5, y AIRE-2 también muestra 4.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ambos valores son bajos y están muy por debajo del límite establecido por el ECA-PM2.5.

4.1.3 Calidad aire: Dióxido de azufre

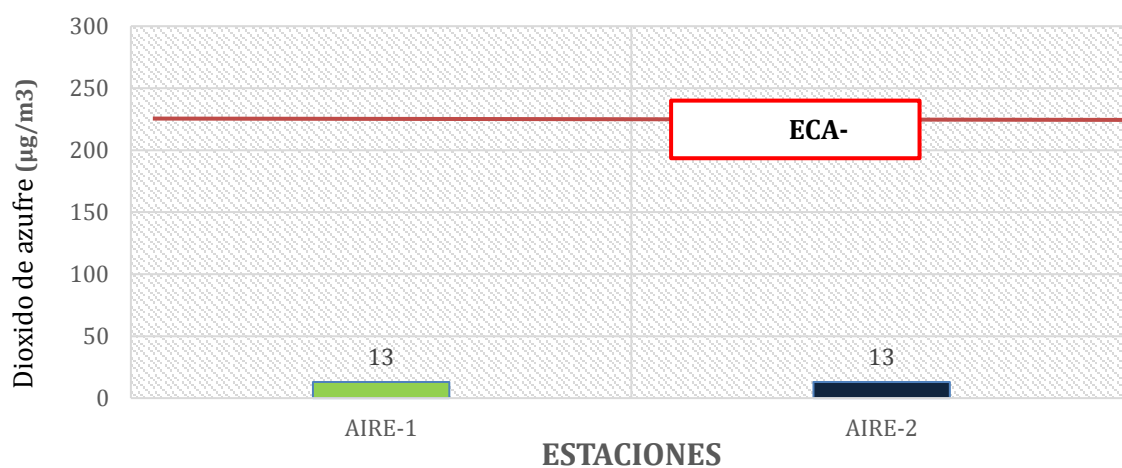
Tabla 11

Concentración de Dióxido de Azufre

Estación	Fecha	Coordenadas UTM	Altura (msnm)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) SO ₂
	hora	zona			
Aire-01	03/12/23	E 183519 N 8404038	3947	1440	13.0
	12:00	19 L			
Aire-02	03/12/23	E 183461 N 8404407	3947	1440	13.0
	14:00	19 L			
D.S. N° 003-2017-MINAN					250

Figura 8

Concentración del Dióxido de azufre SO₂($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La figura 8, las estaciones AIRE-1 y AIRE-2, representadas por las barras correspondientes. La estación AIRE-1 tiene una concentración de 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de azufre, y AIRE-2 también muestra 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ambas estaciones tienen la misma concentración,

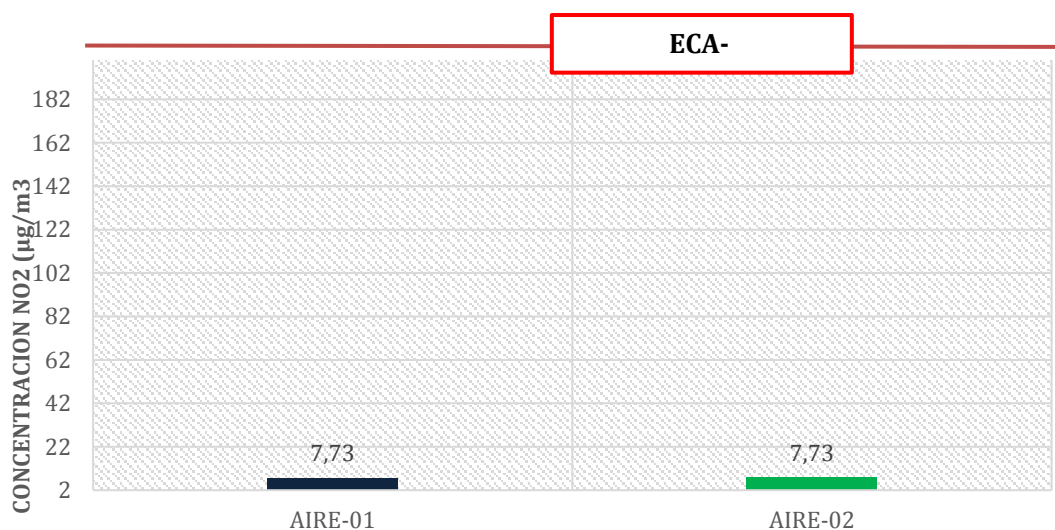
que es baja y está claramente dentro de los límites. En resumen, el dióxido de azufre en ambas estaciones es bajas, y no hay indicios de contaminación significativa por este contaminante en el área de estudio, lo que sugiere que no hay riesgos asociados con el dióxido de azufre en esas zonas.

4.1.4 Calidad aire: Dióxido de nitrógeno

Tabla 12
Dióxido de Nitrógeno

Punto de monitoreo	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM	Altura (msnm)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración NO2 (µg/m3)
	Hora	Zona			
Aire -01	04/12/23	E 183519 N 8404038	3947	60	7.73
	11:00	19 L			
Aire -02	04/12/23	E 183461 N 8404407	3947	60	7.73
	13:00	19 L			
ECA-Aire					200

Figura 9
Dióxido de Nitrógeno



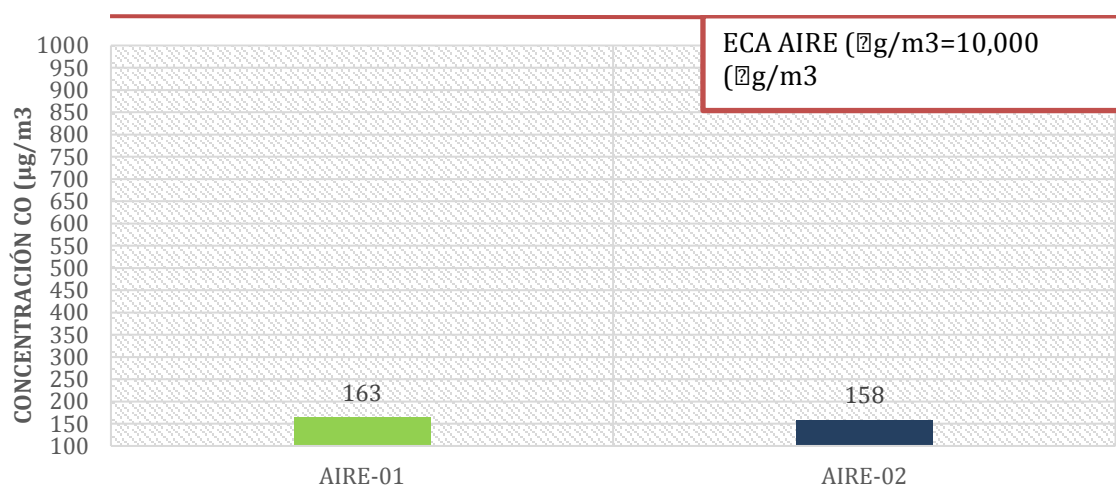
La figura 9 muestra la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en las estaciones AIRE-01 y AIRE-02; ambas presentan la misma concentración de $7.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 , de este contaminante. Las dos son muy bajas en comparación con los límites establecidos por los ECA- aire, lo que sugiere en ambas ubicaciones es adecuada y no representa riesgos significativos.

4.1.5 Calidad aire: Monóxido de carbono (CO)

Tabla 13
Monóxido de Carbono

Estación de monitoreo	Fecha muestreo	Coordenadas UTM	Altura (msnm)	Tiempo de muestreo (min)	Concentración (µg/m3) CO
	Hora	Zona			
Aire-01	04/12/23	E 183519 N 8404038	3947	480	163
	04:00am	19 L			
Aire-02	04/12/23	E 183461 N 8404407	3955	480	158
	06:00am	19 L			
ECA - Aire					10,000

Figura 10
Monóxido de carbono



La figura 10 muestra las concentraciones de monóxido de carbono (CO) en las estaciones AIRE-01 (163 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y AIRE-02 (158 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), comparadas con el límite de referencia ECA AIRE de 10,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ambos valores están muy por debajo del límite, indicando que la calidad del aire es adecuada y no presenta riesgos de contaminación por CO.

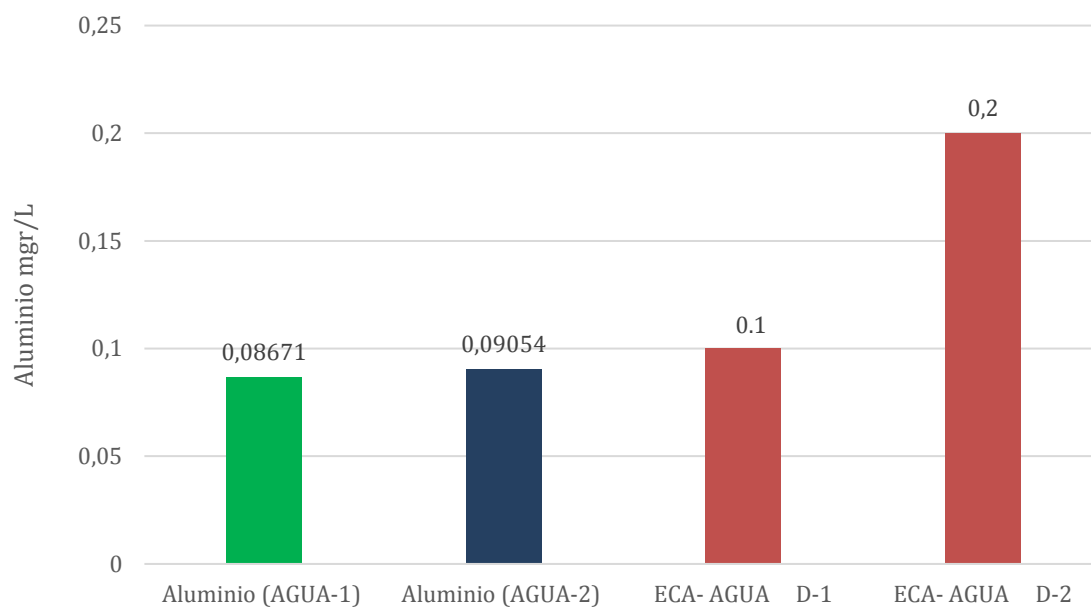
4.2 Calidad agua

Tabla 14
Calidad de Agua AGUA-01 Y AGUA-02 comparado con el ECA – Categoría 3

PARÁMETROS		FECHA: 04/12/2023		ECA Cat. 3	
IN SITU		HORA: 17:22	HORA: 10:15	D1:Riego de vegetales	D2: Bebidas de animales
		AGUA-1	AGUA-2		
RESULTADOS ANALITICOS IN SITU					
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	122	118	2500	5000
Oxígeno Disuelto	mg	3.92	4.11	≥ 4	≥ 5
pH in situ	Ud. pH	8	7.17	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4
Temperatura del agua	C°	14.07	13.52	3	3
METALES PESADOS					
Aluminio (Al)		0.08671	0.09054	0.1	0.2
Arsénico (As)		0.00084	0.0005	0.1	0.2
Cadmio (Cd)		0.00006	0.00006	0.1	0.5
Zinc (Zn)		0.0214	0.0122	2	24
Mercurio (Hg)		0.00007	0.00007	0.2	0.2
Plomo (Pb)		0.00005	0.00005	0.05	0.05

4.2.1 Metales pesados: Aluminio (Al)

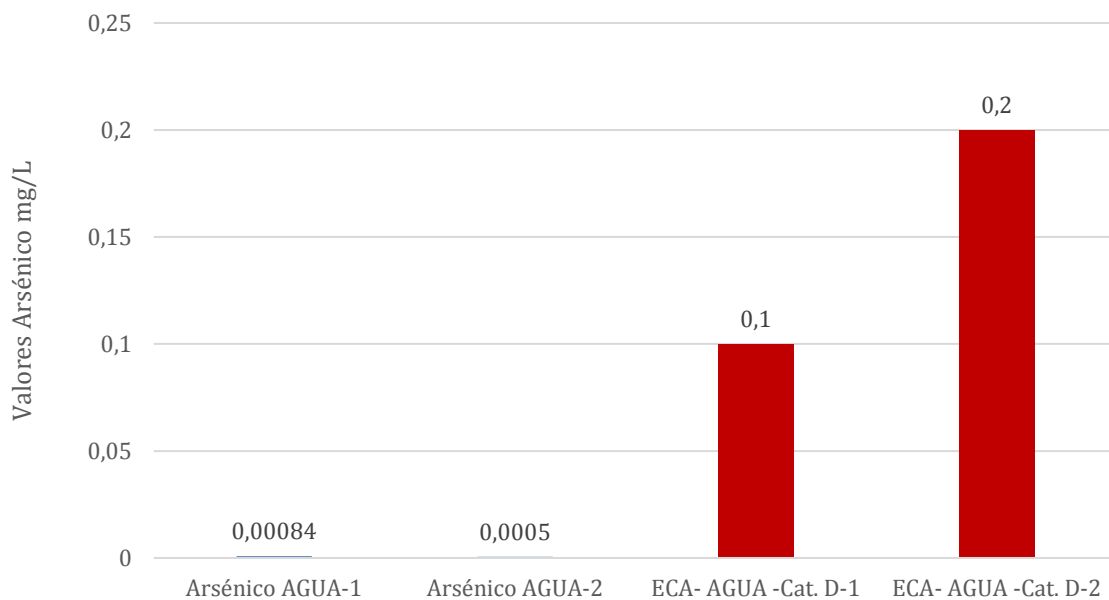
Figura 11
Contenido de aluminio (Al)



La figura 11 muestra la concentración de aluminio. La estación (AGUA-1) tiene una concentración de 0.08671 mg/L, y (AGUA-2) muestra 0.09054 mg/L. Ambos valores son bajos según la normativa ECA-AGUA.

4.2.2 Metales pesados: Arsénico (As)

Figura 12
Contenido de arsénico

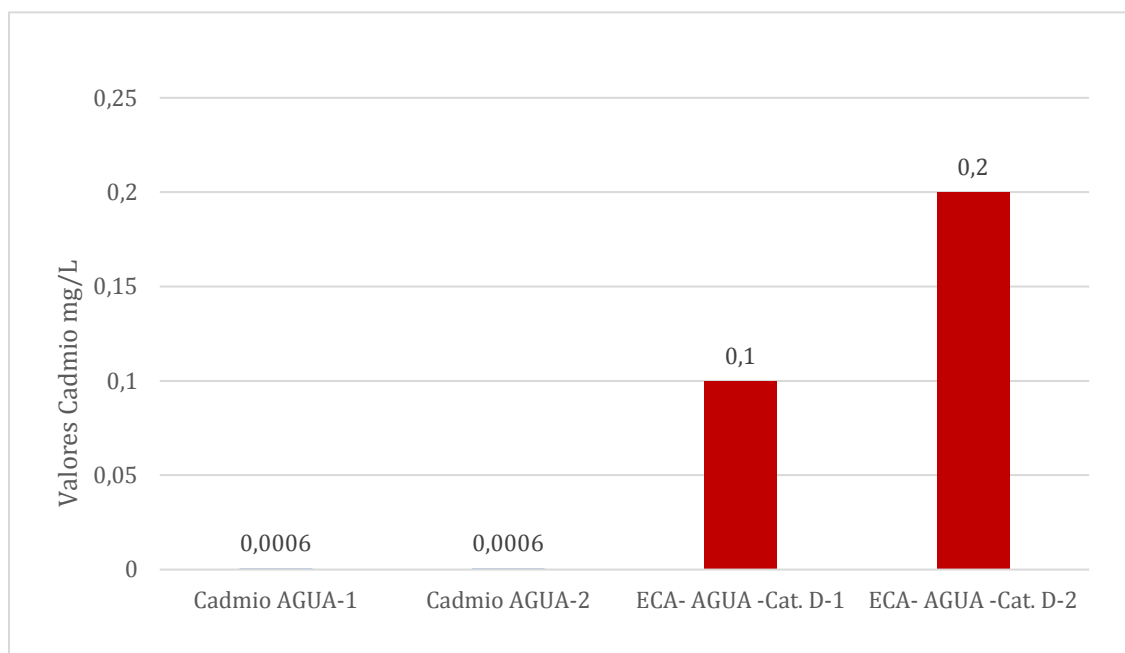


La figura 12, muestra que los valores de Arsénico (As) en los puntos AGUA-01 (0.00084 mg/L) y AGUA-02 (0.0005 mg/L), comparadas con el límite de referencia ECA Cat.

3. D-1 Y D-2 Ambos valores están muy por debajo del límite.

4.2.3 Metales pesados: Cadmio (Cd)

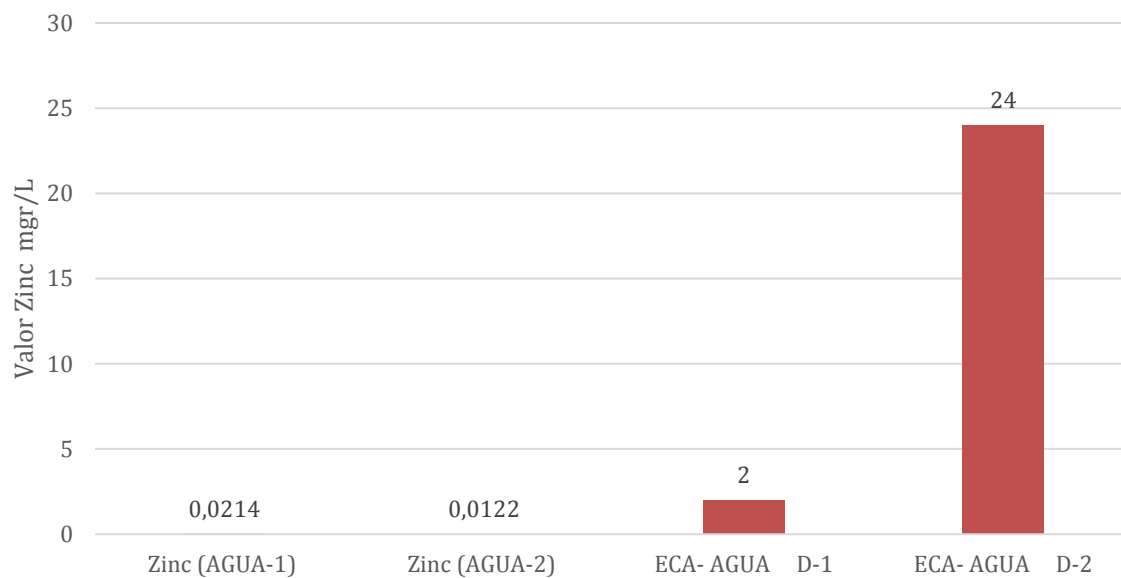
Figura 13
Contenido de cadmio



La figura 13 muestra la concentración de cadmio en la estación (AGUA-1) tiene una concentración de 0.0006 mg/L, y (AGUA-2) muestra 0.0006 mg/L. cumple la normativa. ECA-AGUA.

4.2.4 Metales pesados: Zinc (Zn)

Figura 14
Contenido de zinc

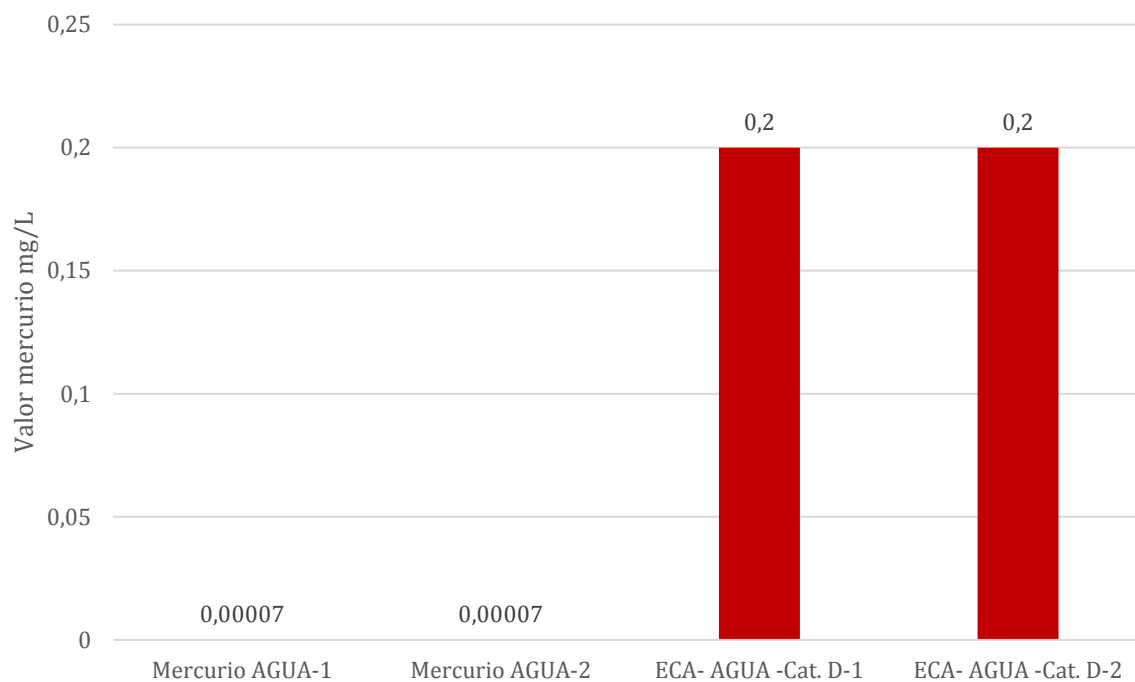


La figura 14 muestra la concentración de Zinc. La estación (AGUA-1) tiene una concentración de 0.0214 mg/L, y (AGUA-2) muestra 0.0122 mg/L. Cumple lo establecido en el ECA-AGUA.

4.2.5 Metales pesados: Mercurio (Hg)

Figura 15

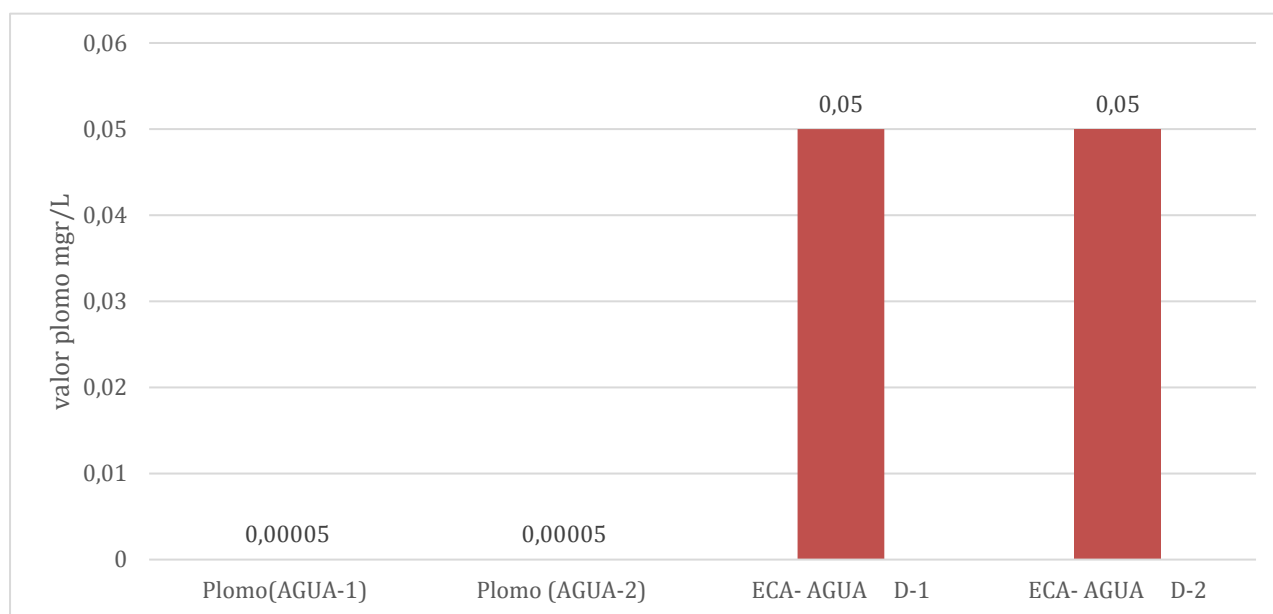
Contenido de mercurio



La figura 15 muestra la concentración de Mercurio. La estación (AGUA-1) tiene una concentración de 0.00007 mg/L, y (AGUA-2) muestra 0.00007 mg/L. Ambos valores son bajos y cumple con el ECA-AGUA,

4.2.6 Metales pesados: Plomo (Pb)

Figura 16
Contenido de plomo



La figura 13 muestra la concentración de cadmio. La estación (AGUA-1) tiene una concentración de 0.00005 mg/L, y (AGUA-2) muestra 0.00005mg/L. se encuentran por debajo del límite de referencia del ECA-AGUA.

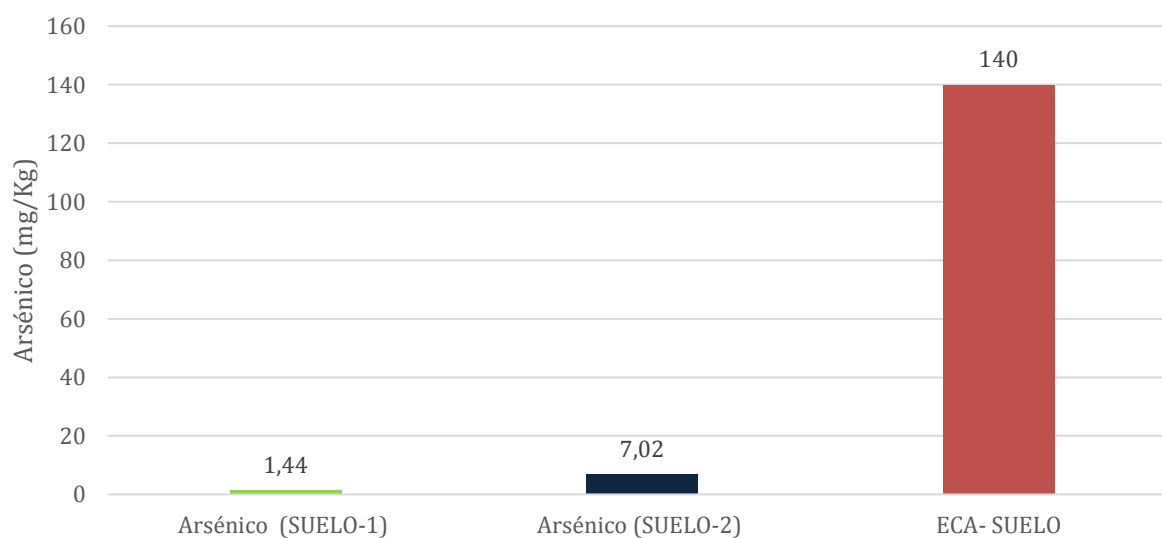
4.3 CALIDAD DE SUELO

Tabla 15
Calidad SUELO-01 y SUELO-02

PARAMETROS	ECA PARA SUELOS		
	SUELO -01	SUELO-02	Suelo Comercial/Industrial/ Extractivo
Arsénico	1.44	7.02	140
Bario	315.7	109.3	2000
Cadmio	0.09	0.092	22
Mercurio	0.22	0.016	24
Plomo	8.49	9.60	800
Cromo Total	1.88	7.50	1000

4.3.1 Metales pesados: Arsénico (As mg/Kg)

Figura 17
Arsénico(As mg/Kg)



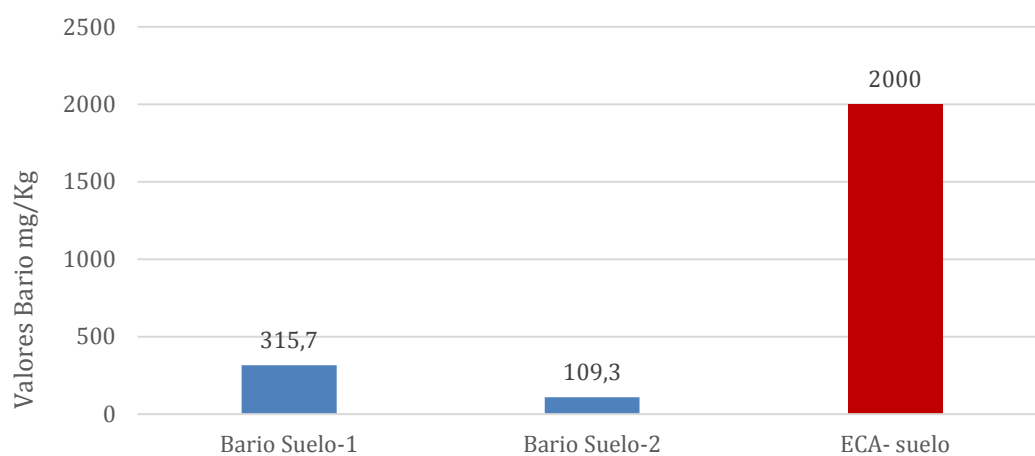
De acuerdo con la Figura 17, los resultados son: 1.44 mg/Kg para Suelo-1 y 7.02 mg/Kg para Suelo-2, valores que, al ser comparados con el ECA-Suelo (140 mg/Kg), se encuentran notablemente por debajo del estándar establecido. Aunque la muestra Suelo-2

presenta una concentración mayor en relación con Suelo-1, dicha diferencia no representa un incumplimiento de la normativa ambiental. Por tanto, se concluye que las concentraciones de arsénico en los suelos evaluados no constituyen un riesgo de contaminación significativo según el criterio de referencia aplicado.

4.3.2 Metales pesados: Bario (Ba mg/Kg)

Figura 18

Contenido de bario (Ba mg/Kg) – Suelo

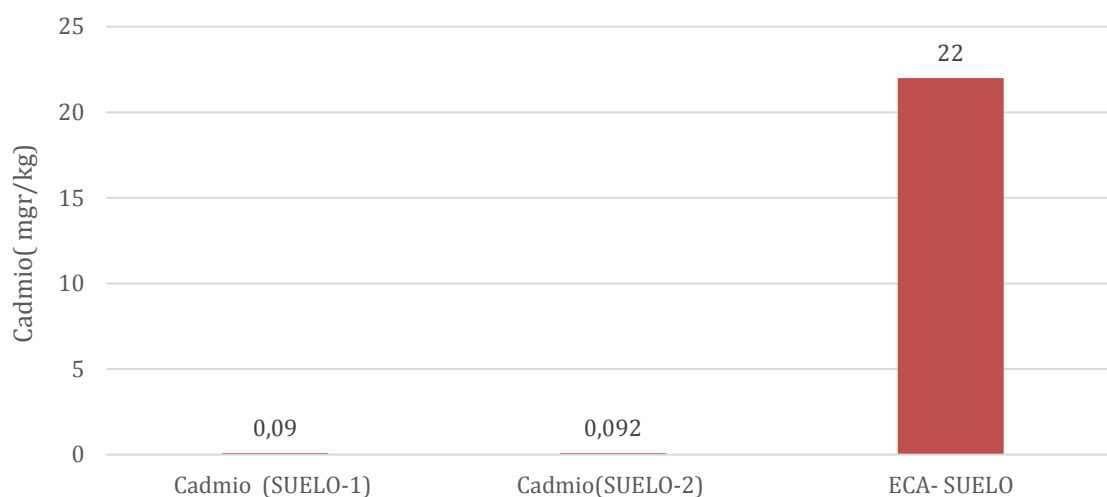


De acuerdo con la Figura 18, los resultados presentes son: 315.7 mg/kg para Suelo-1 y 109.3 mg/kg para Suelo-2, valores que, al compararse con el ECA-Suelo (2000 mg/kg), se encuentran ampliamente por debajo del límite máximo permitido. Aunque existe una variación entre ambas muestras, dicha diferencia no implica incumplimiento de la normativa ambiental. Por lo tanto, se concluye que los suelos evaluados presentan concentraciones de bario dentro de los rangos aceptables, sin evidenciar afectación ambiental por este metal.

4.3.3 Metales pesados: Cadmio (Cd mg/Kg)

Figura 19

Contenido de Cadmio (Cd mg/kg) - Suelo



De acuerdo con la Figura 19, las concentraciones de cadmio (Cd) determinadas en las muestras de suelo fueron de 0.09 mg/kg para Suelo-1 y 0.092 mg/kg para Suelo-2, valores que, al compararse con el ECA-Suelo (22 mg/kg), resultan ampliamente inferiores al límite máximo permitido. La diferencia observada entre ambas muestras es mínima, por lo que no sugiere una variación relevante en términos de contaminación por cadmio. En consecuencia, se infiere que los suelos analizados presentan condiciones favorables respecto a este metal pesado y cumplen con la normativa ambiental de referencia.

4.3.4 Metales pesados: Mercurio (Hg mg/Kg)

Figura 20

Contenido de mercurio (Hg mg/kg) – Suelo

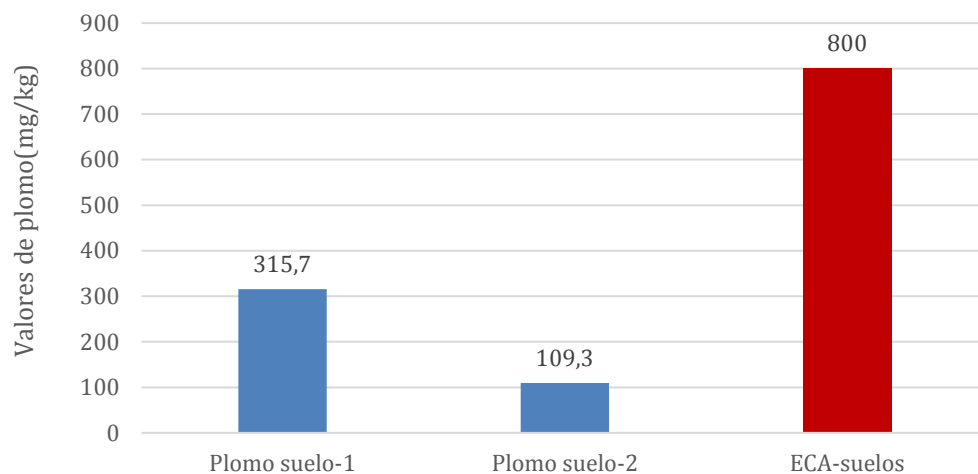


De acuerdo con la Figura 20, las concentraciones de mercurio (Hg) determinadas en las muestras de suelo fueron de 0.22 mg/kg para Suelo-1 y 0.016 mg/kg para Suelo-2, valores que, al ser comparados con el ECA-Suelo (24 mg/kg), resultan ampliamente inferiores al límite establecido. Aunque se aprecia una diferencia entre ambas muestras, esta no implica incumplimiento de la normativa ambiental, ya que las concentraciones registradas se mantienen dentro de rangos aceptables. En consecuencia, se concluye que los suelos evaluados presentan una condición favorable respecto al contenido de mercurio.

4.3.5 Metales pesados: Plomo (mg/kg)

Figura 21

Contenido de plomo (Pb mg/kg) – Suelo

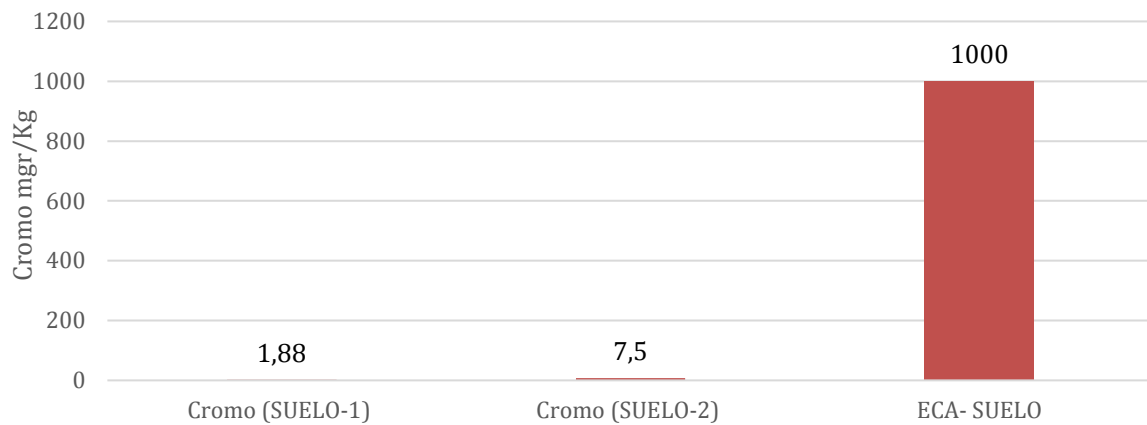


De acuerdo con la Figura 21, las concentraciones de plomo (Pb) determinadas en las muestras de suelo fueron de 1.88 mg/kg para Suelo-1 y 7.5 mg/kg para Suelo-2, valores que, al compararse con el ECA-Suelo (1000 mg/kg), resultan ampliamente inferiores al límite máximo permitido. Aunque se evidencia una diferencia entre ambas muestras, dicha variación no implica incumplimiento de la normativa ambiental. En consecuencia, se concluye que los suelos evaluados presentan una condición favorable respecto al contenido de plomo.

4.3.6 Metales pesados: Cromo (Cr mg/kg)

Figura 22

Contenido de Cromo (Cr mg/kg) - Suelo



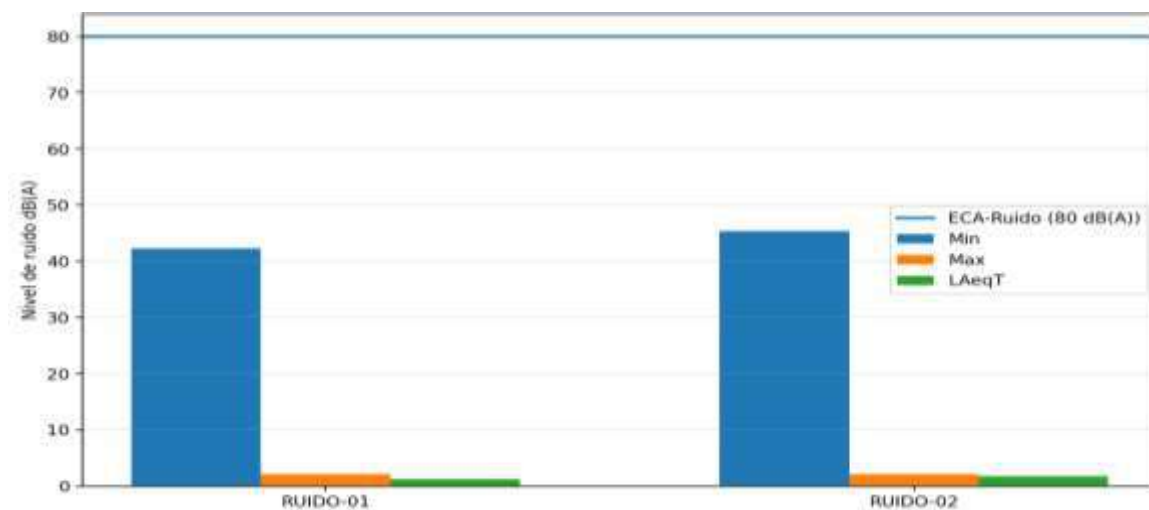
De acuerdo con la Figura 22, las concentraciones de cromo (Cr) determinadas en las muestras de suelo fueron de 1.88 mg/kg para Suelo-1 y 7.5 mg/kg para Suelo-2, valores que, al compararse con el ECA-Suelo (1000 mg/kg), resultan ampliamente inferiores al límite máximo permitido. Aunque se evidencia una diferencia entre ambas muestras, dicha variación no implica incumplimiento de la normativa ambiental. En consecuencia, se concluye que los suelos evaluados presentan una condición favorable respecto al contenido de cromo.

4.4 RUIDO AMBIENTAL

Tabla 16
Ruido ambiental

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM	NIVELES DE RUIDOO EN dB(A)			ECA- RUIDO
	ZONA	Min	Max	LAeqT	
RUIDO-01	E 183511 N 8404046	42.3	2.1	1.2	80
RUIDO-02	E 18345 N 8404417	45.4	2.1	1.7	

Figura 23
Concentración niveles de ruido por estaciones vs ECA-Ruido



De acuerdo figura 23, para las estaciones RUIDO-01 y RUIDO-02, los niveles de ruido registrados fueron de 42.3 dB(A) y 45.4 dB(A), valores que se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para Ruido (80 dB(A)). Estos resultados indicarían que el área evaluada no presenta excedencias respecto al límite establecido por la normativa ambiental.

4.5. Contrastación de la Hipótesis

- Se observa en la tabla.09 y figura.6 el material particulado en la estación AIRE-01 y AIRE-02, los resultados se encuentran por debajo del ECA cuyo parámetro es (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Se aprecia en la tabla.10 y figura.7 que los resultados e inferior a 10 (PM2.5) en los puntos AIRE-1 y AIRE-2, los valores se encuentran por debajo del ECA cuyo parámetro es (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Como se puede observar en la Tabla.11 y figura.8, los resultados de dióxido de azufre no superan los ECA- AIRE-1 Y AIRE-2 de acuerdo con el valor considerado para Dióxido de Azufre en el ECA Aire D.S. N° 003-2017-MINAM correspondiente a 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Tabla.12 y figura.9, dióxido de nitrógeno (NO_2) no superan (ECA) en AIRE-1 y AIRE-2, de acuerdo con el valor considerado para Dióxido de Nitrógeno en el ECA Aire D.S. N° 003-2017-MINAM correspondiente a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- En la tabla.13 y figura.10, Los resultados de (CO) no superan (ECA) en AIRE-01 y AIRE-02, de acuerdo con el valor considerado para Monóxido de Carbono en el ECA Aire D.S. N° 003-2017-MINAM correspondiente a 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Se aprecia tabla.14 y figura.11, que los resultados aluminio AGUA-01 y AGUA-02, no superan lo establecidos en los ECAs de Agua D.S. N° 004-2017-MINAM, para la Categoría 3.
- Se observa la tabla 14 y figura.12, que los resultados arsénicos del muestreo AGUA-01 y AGUA-02, no superan lo establecidos ECA- Agua D.S. N° 004-2017-MINAM, para la Categoría 3.
- Se aprecia tabla 14 y figura.13 que los resultados cadmio AGUA-01 y AGUA-02, no superan lo establecidos en los ECA - Agua D.S. N° 004-2017-MINAM, para la Categoría 3.

- Se analiza tabla 14 y figura.14, que los resultados zinc AGUA-01 y AGUA-02, no superan lo establecidos en los ECA- Agua D.S. N° 004-2017-MINAM, para la Categoría 3:
- En la tabla14 y la figura.15, se aprecia que los resultados mercurio AGUA-01 y AGUA-02, no superan , ECA de Agua D.S. N° 004-2017-MINAM.
- Se observa en la tabla 14 y figura.16, que los resultados mercurio AGUA-1 y AGUA-2, no superan, los ECA de Agua D.S. N° 004-2017-MINAM, para la Categoría 3
- Se aprecia en la tabla 15 y figura.17, los resultados contenidos de arsénico SUELO-1 y SUELO-2 no superan lo establecidos en el ECA para Suelo según D.S. N° 011-2017-MINAM,
- Se puede observar en la tabla 15 y figura.18, que los resultados contenidos de bario SUELO-1 y SUELO-2 no superan lo establecidos en el ECA para Suelo según D.S. N° 011-2017-MINAM.
- En la tabla 15 y figura.19, el contenido de cadmio SUELO-1 y SUELO-2 no superan lo establecidos en el ECA para Suelo según D.S. N° 011-2017-MINAM.
- La tabla 15 y figura. 20, el contenido de mercurio SUELO-1 y SUELO-2 no superan lo establecidos en el ECA para Suelo según D.S. N° 011-2017-MINAM.
- En la tabla 15 y figura.21 los resultados contenidos de plomo SUELO-1 y SUELO-2 no superan lo establecidos en el ECA para Suelo según D.S. N° 011-2017-MINAM.
- En la tabla 15 y figura.22, el contenido de cromo SUELO-01 y SUELO-02 no superan lo el ECA-Suelo según D.S. N° 011-2017-MINAM.
- Se observa en el Tabla 16 y en figura.23, los niveles de ruido RUIDO-1 y RUIDO-2, no supera los 80 dB establecidos en el ECA según el D.S. N°085-2003-PCM.

CAPÍTULO V.

DISCUSIONES

5.1. Discusión de los resultados

5.1.1. Calidad del aire

Los reportes evidencian concentración aire PM_{2.5} µg/m³ y PM₁₀ µg/m³ por debajo del ECA cuyo parámetro es (100 µg/m³). Como en el estudio de García y Rodríguez (2023) que evaluó estratégicamente cuatro monitoreos de calidad de aire en los periodos diciembre 2017 a setiembre 2018, y los resultados del monitoreo de aire PM_{2.5}(94.6 µg/m³), PM₁₀(120.5 µg/m³), y emisiones gaseosas cumplen con la normativa de calidad de aire. Al igual que el estudio de E. Roque (2024) donde se realizó el control: (PM-10) y PM_{2.5}) y metales pesados en PM₁₀, los resultados de las 3 estaciones (10,72 <1, 01) µg/m³ no excede LMP (100 µg/m³), los resultados dióxido de nitrógeno (11,38, 16,12 y 16,12) µg/m³ no excede los límites máximos permisible(200 µg/m³), los valores de plomo (< 0,006, < 0,006, < 0,006) µg/m³ no excede los límites máximos permisible(1.5 µg/m³), en el caso del dióxido de azufre los valores mostraron valores (< 15,56, < 15,56, < 15,56)µg/m³ no excede los límites máximos permisible(200 µg/m³),y el monóxido de carbono (< 154,8 <, 154,8 y < 154,8 no excede los límites máximos permisible(10 000 µg/m³). Por lo tanto, podemos afirmar que la contaminación por MP presentan valores muy debajo de los límites máximos permisibles establecidos (ECA-Aire). Esto indica que la calidad del aire se encuentra dentro de los niveles aceptables para el entorno ambiental.

5.1.2. Calidad de agua

Los resultados AGUA-01 y AGUA-02, no alcanzan los valores ECAs de Agua D.S. N° 004-2017. Caso contrario ocurre con el estudio de Brousett-Minaya., etal. (2021). que determino el efecto del proceso en sedimentos y agua de la laguna Cumunni, los resultados no cumplen LMP, en los metales como: Cd(0.022mg/L), Ni (0.88mg/L, Pb(0.02mg/L), Fe(2.03mg/L) y Zn(6.792mg/L), Al igual mercurio en sedimentos presento índices altos en temporada de lluvias y temporada seca. Al igual que el estudio de H. Calla (2010) “Calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo. Los análisis de calidad del agua realizados en la última década evidencian una marcada disminución de iones metálicos, en el tratamiento; sin embargo, el valor de plomo oscila (0.054 mg/L a 0.197 mg/L, límite es 0.05 mg/L), cadmio (0.01 mg/L y su límite es 0.005 mg/L), arsénico oscilan (0.057 a 0.070 mg/L y su límite es 0.05 mg/L) , manganeso oscilan(0.217 a 2.220 mg/L y su límite aceptable es 0.2 mg/L y fierro 1.1 a 3.6 mg/L y su límite es 1.00 mg/L).

En ambos casos de estudio, es fundamental adoptar estrategias correctivas para cumplir con los nuevos estándares nacionales de calidad ambiental del agua. Por ello, este estudio enfatiza la necesidad de seguir las estrategias y fortalecer las remediaciones ambientales del entorno.

5.1.3. Calidad de Suelo

SUELO-1 y SUELO-2 no superan los valores establecidos en el ECA para Suelo según D.S. N° 011-2017-MINAM, para la Categoría Suelo Agrícola/ y Residencial/Parques. Como el caso de estudio E. Roque (2024). evalúa la calidad de aire en Glore Perú –Pasco, los resultados análisis de suelo mostraron lo siguientes: Arsénico(0.16mg), Bario(34.2mg), Cadmio(0.3mg), Mercurio (0.16mg) y Plomo(69.5mg) estos valores no superan los límites establecidos en el ECA-suelo. Así mismo el estudio realizado G. Farfán (2018) El análisis, conforme a la

normativa nacional, compara resultados de identificación con los ECA- suelos y de fondo encontrados. Los hallazgos indican los metales totales están dentro de los límites establecidos por el D.S. 002-2013. Sin embargo, arsénico total, se observan valores que superan los estándares, aunque permanecen por debajo de los niveles. Esto sugiere que este metal podría estar asociada a las condiciones geológicas naturales de la zona, en lugar de ser consecuencia de actividades antropogénicas. A diferencia del estudio de J. Llanos (2021), evidenció alta contaminación en Antioquia por la actividad minera. En este departamento, los valores promedio de Hg, Cd y Pb superaron los límites máximos permisibles, con un 62,69 % de los suelos por encima del valor de referencia (VR) para Hg, y un 13,43 % excediendo el límite máximo permisible (VMP). Para Cd, el 40,30 % de los suelos superó el VR y el 14,93 % el VMP, mientras que para Pb estos porcentajes fueron del 32,84 % y 16,42 %, respectivamente. Estos resultados reflejan la gravedad de la contaminación en la región, que alberga una de las mayores producciones de oro del país y registra una alta descarga de mercurio al medio ambiente.

5.1.4. Calidad Ruido Ambiental

RUIDO-01 y RUIDO-02, diurno no superan 80dB según establecido D.S. N° 085-2003-PCM. Al igual que el estudio Villavicencio (2023) analizo el impacto de ruido de las empresas mineras y comparo el ruido generado por estas empresas con los (ECA)- ruido, se evidenció que ninguna de las compañías monitoreadas superó los LMP vigente. En la Minera Polimetálica, el nivel máximo registrado fue de 55.1 dB, mientras que en el Almacén de Minerales alcanzó los 72.3 dB, ambos dentro del límite diurno de 80 dB. Durante la noche, los niveles registrados fueron de 53.4 dB en la Minera Polimetálica y 65.4 dB en el Almacén de Minerales, manteniéndose dentro de los valores permitidos. En ambos estudios, las empresas evaluadas cumplen con la normativa vigente en materia de ruido, garantizando que sus operaciones no generan impactos acústicos significativos en el entorno.

CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- En relación con la calidad ambiental del aire, se concluye que las concentraciones de material particulado PM10 y PM2.5 registradas durante el monitoreo no exceden los límites máximos permisibles establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental, lo que indica una condición ambiental favorable en el área de estudio.
- En relación con la calidad ambiental del agua, se concluye que las concentraciones de **metales totales** registradas en las muestras **AGUA-01** y **AGUA-02** no exceden los valores establecidos para la **Categoría 3**, según la subcategoría aplicable del **D.S. N.º 004-2017-MINAM**.
- Se concluye los Metales Totales obtenidas en la SUELO-01 y SUELO-02 se encuentra dentro de establecidos en los ECA- suelo, según D.S. 011-2017-MINAM.
- Calidad de Ruido ambiental, se concluye que el ruido, generados está por debajo de lo permitido del (ECA) – ruido del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM en ambos horarios de medición considerando que ambos se ubican en el entorno minero.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa de tratamiento de minerales BEDREGAL mantener sus compromisos ambientales asumidos y cumplir con el calendario de monitoreo semestral.

Esto permitirá un control oportuno y la posibilidad de tomar medidas de remediación inmediata en caso de detectar impactos negativos.

- Se recomienda a la empresa de tratamiento de minerales BEDREGAL continuar cumpliendo con las normativas ambientales para aire e implementar sistema de vigilancia para detectar y corregir desviaciones en tiempo real las emisiones de material particulado (PM-10, PM-2.5).
- Se recomienda a la empresa de tratamiento de minerales BEDREGAL continuar con los monitoreos periódicos de la calidad del agua en ríos, lagos y otros cuerpos hídricos aledaños a la zona minera e Implementar alerta ambiental para detectar la presencia de metales pesados y otras sustancias contaminantes.
- Se recomienda a la empresa de tratamiento de minerales BEDREGAL asegurar el cumplimiento de los ECA-Suelo, realizar los monitoreos periódicos en zonas de actividad minera y de disposición residuos.
- Se recomienda a la empresa de tratamiento de minerales BEDREGAL continuar con los monitoreos de ruido en puntos críticos dentro y fuera de la operación minera e implementar el Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos para evitar ruidos innecesarios.

REFERENCIAS

Fuentes bibliográficas

- Anaya, L., & Cristian, F. (2022). *Evaluación ambiental de la zona de influencia de la Unidad Minera Pierina de la Minera Barrick Misquichilca en distrito de Jangas, Áncash*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12788/1332>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2019). *Calidad del agua superficial en zonas de influencia minera*.
- Bauer, J., Castro, J., & Chung, B. (s. f.). *Calidad del agua* (Capítulo 4).
<https://ciga.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/09/4.-CAP%C3%8DTULO-4.pdf>
- Blanco Benavente, E., & Paricahua Sinca, H. (2020). *Identificación y valoración de impactos ambientales generados por las actividades de la minería informal en el cerro Luicho del distrito de Colta, provincia de Paucar del Sara Sara, Ayacucho*.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3017>
- Brousett-Minaya, M., Rondan, G., Chirinos, M., & Biamont, I. (2021). Impacto de la minería en las aguas superficiales de la región Puno–Perú. *Fides et Ratio*, 21(21).
<http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071081X2021000100011&script=sci>.
- Calla, H. (2010). *Calidad del agua en la cuenca del río Rímac, sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras*.
- Campos, L. (2020). *Valorización económica de las externalidades por descargas mineras al agua y su efecto en la salud humana y agricultura* [Tesis, Universidad de

Concepción].

<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/6243>

Conde, A. (2013). Efectos nocivos de la contaminación ambiental sobre la embarazada.

Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S156130032013000200011

Corrales, A. (2019). *Gestión del agua en la responsabilidad social ambiental minera:*

Prácticas realizadas en el Perú por algunas grandes empresas mineras, entre los años 2010 a 2017: ¿Discurso o realidad?

Defensoría del Pueblo. (2021). *Informe defensorial sobre conflictos socioambientales vinculados a la minería en el Perú.* Defensoría del Pueblo.

Díaz, J., & Sánchez, L. (2020). Impacto ambiental de la minería en el Perú: Evaluación de metales pesados en cuencas hidrográficas. *Revista Peruana de Ciencias Ambientales*, 12(2), 45–58.

Ecologistas en Acción. (2006). *Calidad del aire.*

<https://www.ecologistasenaccion.org/5691/datos-de-contaminacion-del-aire-por-cc-aa/>

Farfán, G. (2018). *Identificación de suelos contaminados por minería en Caylloma, Arequipa, referentea estudios geoquímicos y estándares de calidad ambiental.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12996/3210>

García, M., & Vásquez, P. (2018). Minería ilegal y degradación ambiental en la Amazonía peruana. *Revista Forestal del Perú*, 43(1), 23–34.

García, R., & Rodríguez, L. (2023). *Impacto de la actividad minera sobre la calidad del aire en el distrito de Morococha, Oroya, Junín.*

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9861/T010_42013017_T%20-%20T010_45754454_T.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*.

Lavado, C. (2021). *Análisis de los resultados de la gestión ambiental producto de la ejecución del programa de adecuación y manejo ambiental (PAMA) en la minería peruana*.
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1167>

Lázaro, L. (2015). *La contaminación ambiental y la actividad minera informal en el distrito de Huamachuco de la provincia de Sánchez Carrión en el departamento de La Libertad, año 2015*.

<https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/9751/LAZARO%20VALDIVIA%20LIZ%20DE%20RUBY.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

Licuona, S. (2023). *Evaluación técnica, económica y ambiental en la concesión aurífera Linda Dos, río Malinowski, Tambopata, Madre de Dios*.

https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7274/253T20230056_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2005). *Ley N.º 28611 - Ley General del Ambiente*.
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). *Aprueban estándares nacionales de calidad ambiental I(ECA) para aire y establecen disposiciones complementarias*.

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2020). *Informe sobre la calidad ambiental en el Perú*.
Ministerio del Ambiente.

- Monsalve, M., & Manrique, A. (2020). *Identificación de los impactos producidos por los contaminantes utilizados en las actividades mineras* [Tesis, Universidad Libre].
<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/22405>
- Moreno, Z. (2022). *Lineamientos para una minería sostenible en la provincia de Sugamuxi* [Tesis, Universidad del Rosario].
<https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/66632ef0-99bb-437c-8678-f3a18bb8bf68/content>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2021). *Análisis del impacto en el ambiente por el incremento del valor de dióxido de azufre (SO₂) en el ECA aire 2017*.
<https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/157/Grupo%20Proyecto%20de%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roque, E. (2024). *Análisis interpretativo en base al cumplimiento de los ECA y LMP del monitoreo de calidad de aire, ruido ambiental, agua superficial y suelo del área de influencia a las actividades de Glore Perú S.A.C. – U.M. Yaruchagua – Santa Ana de Tusi – Pasco*.
- Salas, P. (2022). *Optimización del tratamiento de efluentes en la minera Santa Luisa – Huanzalá*.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/ad906b7b-d675-422a-8f9d-b7281836b539>
- Sernaque, F. (2022). *Impacto en la calidad del suelo y agua ocasionado por el botadero municipal del distrito Huanta, 2020*.
repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/7230/Franck%20Quinteros%20tesis%20repositorio.pdf?sequence=1
- Torre, R. (2017). *A propósito del principio de gradualidad: Análisis del proceso de adecuación de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua (ECA-*

Agua) en la actividad de la gran y

mediana minería en curso, desde el año 2008 al 2016.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9874/TORRES_P

[ORTILLA A PROPOSITO](#)

Vásquez, J. (2021). *Metales pesados en suelos bajo la influencia de la minería aurífera en los departamentos de Antioquia, Bolívar* [Tesis de maestría, Universidades estatales del Caribe Colombiano].

Verna, V. (2016). *Los ECA y el ambiente*.

Villon, M., & Julio, A. (2022). *Gestión ambiental y contaminación por relaves mineros en la cuenca del*

Huascarán, Áncash.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/109282/Villon_MJA-SD.pdf?sequence=1

World Health Organization [WHO]. (2007). *Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution*. WHO.

ANEXOS

ANEXO 1:

MONITOREO CALIDAD AIRE



MONITOREO CALIDAD AIRE



MONITOREO CALIDAD AGUA





Plano de ubicación de los puntos de monitoreo



ANEXO 2:

PLANO DE UBICACIÓN DE MONITOREO

CALIDAD-AIRE



PLANO UBICACIÓN MONITOREO

CALIDAD-AGUA



PLANO DE UBICACIÓN MONITOREO

CALIDAD- SUELO



PLANO UBICACIÓN MONITOREO

CALIDAD-RUIDO AMBIENTA



ANEXO N° 03

- ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

APRUEBAN ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AIRE Y ESTABLECEN DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman, (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

**APRUEBAN ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA Y
ESTABLECEN DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS
DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM
Categoría N° 03.- Riego de vegetales y bebidas 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 ₂)	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
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

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
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Bario	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	μg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	μg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	μg/L	0,004		0,7
Clordano	μg/L	0,006		7
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDE)	μg/L	0,001		30
Dieldrin	μg/L	0,5		0,5
Endosulfán	μg/L	0,01		0,01
Endrin	μg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	μg/L	0,01		0,03
Lindano	μg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	μg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminths	Huevo/L	1	1	**

**APRUEBAN ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO
DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM**

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos del Suelo ⁽¹⁾			Métodos de ensayo ^{(7) y (8)}
	Suelo Agrícola ⁽³⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽⁵⁾ / Industrial/ Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁹⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽¹⁰⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹²⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹³⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹⁴⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹⁵⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽¹⁶⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 8020 ó 200,8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

**APRUEBAN EL REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD
AMBIENTAL PARA RUIDO
DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM**

ZONAS DE APLICACIÓN	EN L_{AeqT}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70