

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

Comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Noemi NAZARIO CONDE

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

Comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
PRESIDENTE

Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SÁNCHEZ
MIEMBRO

MSc. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 016-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**“COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL,
DE LA PLANTA COMPLEMENTARIA PARA EL BENEFICIO DE
MINERALES OXIDADOS DE LA EMPRESA ÓXIDOS DE PASCO
S.A.C., PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS LEGALES
AMBIENTALES DEL SECTOR MINERO – 2022”**

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. NAZARIO CONDE, Noemi

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. PACHECO PEÑA, Luis Alberto

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

27%

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 18 de enero del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Luis Villar Requiza Garbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico en primer lugar a Dios por hacer posible la ejecución de mi investigación. Quiero mencionar también el agradecimiento a mis padres que me acompañaron, apoyaron y me aconsejaron durante mi etapa educativa hasta mi actual logro. Así mismo agradecer a mi preciado hijo Elías, quien fue parte de mi inspiración y motivo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios por brindarme la oportunidad de afrontar nuevos desafíos en mi vida. Asimismo, deseo extender mi gratitud a mis respetados profesores, entre los cuales se encuentran el Dr. Héctor Oscanoa Salazar, el Dr. Rommel López Alvarado, la Mg. Rosario Vásquez García, el Mg. Julio Asto Liñán y otros, quienes han respaldado mi camino académico de manera incondicional. La constante exigencia por superarme ha sido la motivación que me ha permitido perseverar en la consecución de mis metas, incluso en momentos adversos.

Adicionalmente, quiero reconocer el apoyo brindado por mis padres, tanto en lo material como en lo económico, permitiéndome enfocarme completamente en mis estudios y nunca desistir de ellos. Expreso mi profundo agradecimiento a familiares y amigos, quienes han desempeñado un papel fundamental en mi crecimiento tanto académico como personal. Su respaldo ha sido invaluable a lo largo de mi trayectoria, y les agradezco sinceramente por formar parte de mi desarrollo.

Gracias.

RESUMEN

La investigación realizada en el departamento de Pasco, específicamente en la primera planta de lixiviación de plata en la región Pasco-Perú, se examinó la calidad del agua superficial durante el primer trimestre del año 2022. La planta pertenece a la Empresa Minera Óxidos de Pasco S.A.C. y tiene una capacidad instalada de 2,500 toneladas por día, destinada al beneficio de minerales oxidados de plata. El estudio fue solicitado por la empresa y llevado a cabo por Inspectorate Services Perú S.A.C.

El monitoreo se realizó en los meses de enero, febrero y marzo de 2022, siguiendo los procedimientos del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales vigente. La E.A. Cerro S.A.C. supervisó las actividades de monitoreo con personal capacitado, siguiendo los criterios técnicos establecidos en la normativa nacional y sectorial de nuestro país.

El propósito de la investigación fue determinar si las actividades mineras de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C. afectan la calidad del agua en la zona de estudio, que incluye el río San Juan, la laguna Wicra, el río Ragra y la laguna de Quiulacocha. La preocupación por la situación ambiental en la zona me motivó a realizar la recopilación de los resultados y de la información necesaria, para analizar el comportamiento de la calidad de estas aguas superficiales y evaluar su cumplimiento con la normativa ambiental vigente (D.S. N° 004-2017-MINAM).

El objetivo principal fue identificar y determinar el comportamiento de la calidad del agua superficial en la planta de Óxidos de Pasco S.A.C. para cumplir con las disposiciones legales ambientales del sector minero en 2022. La conclusión principal destaca que la calidad del agua superficial excede en muchos parámetros los estándares de calidad ambiental, principalmente debido a las descargas directas y sin tratamiento de aguas residuales domésticas de las poblaciones cercanas y a las actividades de la empresa

minera en su planta de beneficio de minerales oxidados. Se concluye que el recurso hídrico carece de la calidad necesaria, no cumple con la normativa ambiental y está en riesgo de causar daños a la salud y al medio ambiente de la población.

Palabras claves: Calidad de agua superficial, Cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero, ECA para agua.

ABSTRACT

The research carried out in the department of Pasco, specifically in the first silver leaching plant in the Pasco-Peru region, examined the quality of surface water during the first quarter of the year 2022. The plant belongs to Empresa Minera Óxidos de Pasco S.A.C. and has an installed capacity of 2,500 tons per day for the processing of oxidized silver ores. The study was requested by the company and carried out by Inspectorate Services Perú S.A.C.

The monitoring was carried out in January, February and March 2022, following the procedures of the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources in force. E.A. Cerro S.A.C. supervised the monitoring activities with trained personnel, following the technical criteria established in the national and sectorial regulations of our country.

The purpose of the investigation was to determine if the mining activities of Óxidos de Pasco S.A.C. affect water quality in the study area, which includes the San Juan River, the Wicra Lagoon, the Ragra River, and the Quiulacocha Lagoon. The concern for the environmental situation in the area motivated me to carry out the collection of the results and the necessary information, to analyze the behavior of the quality of these surface waters and evaluate their compliance with current environmental regulations (D.S. N° 004-2017-MINAM).

The main objective was to identify and determine the behavior of surface water quality at the Óxidos de Pasco S.A.C. plant in order to comply with the environmental legal provisions of the mining sector by 2022. The main conclusion highlights that surface water quality exceeds environmental quality standards in many parameters, mainly due to direct and untreated domestic wastewater discharges from nearby towns and the mining company's activities at its oxide ore beneficiation plant. It is concluded

that the water resource lacks the necessary quality, does not comply with environmental regulations, and is at risk of causing damage to the health and environment of the population.

Key words: Surface water quality, Compliance with environmental legal requirements of the mining sector, ECA for water.

INTRODUCCION

En cumplimiento del mandato previsto del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, me permito presentar a vuestra consideración esta Tesis titulada **“Comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022”** con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Las razones por el cual se eligió la presente investigación es debido a una gran problemática generada en la zona, originada como efecto de la contaminación del recurso hídrico de la zona de estudio como es al río San Juan, laguna Wicra, río Ragra, y la laguna de Quiulacocha, ocasionado por las actividades urbanas y la minería, de esta manera dar a conocer que la presencia de elementos metálicos, fisicoquímicos y microbiológicos en concentraciones altas, están deteriorando la calidad de estos recursos hídricos, y que podrían seguir incrementándose si no se toman las medidas correctivas en base a estos resultados.

Así mismo el estudio permitió establecer en base a la información recolectada la situación actual de los recursos hídricos y la responsabilidad de la empresa, y como esta se viene comportando en el medio, y para dar cumplimiento se planteó el siguiente objetivo principal que viene a ser el de identificar y determinar el comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero, obteniéndose la recopilación de los resultados de los monitoreos de calidad de agua superficial en 13 puntos de muestreo, dando a conocer

el grado de contaminación que actualmente se tienen en cumplimiento a las normas legales ambientales.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	
INDICE DE TABLA	xii

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	4
1.3. Formulación del Problema	5
1.3.1. Problema General	5
1.3.2. Problemas específicos	5
1.4. Formulación de Objetivos	5
1.4.1. Objetivos General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. Justificación de la Investigación	6
1.6. Limitación de la Investigación	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	8
2.1.1. A nivel Internacional	8
2.1.2. A nivel Nacional.....	12
2.1.3. A nivel local	15
2.2. Bases teóricas - científicas	20

2.2.1.	El agua.....	20
2.2.2.	Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua.....	20
2.2.3.	Indicadores de calidad de agua.....	21
2.2.4.	Calidad del agua.....	22
2.2.5.	Estándares de Calidad Ambiental (ECA).....	23
2.2.6.	Minería.....	23
2.3.	Definición de términos básicos.....	24
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	26
2.4.1.	Hipótesis General.....	26
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	26
2.5.	Identificación de variables.....	27
2.5.1.	Variable Independiente.....	27
2.5.2.	Variable Dependiente.....	27
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	27

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	31
3.2.	Nivel de investigación.....	31
3.3.	Métodos de investigación.....	32
3.4.	Diseño de la investigación.....	32
3.5.	Población y Muestra.....	32
3.5.1.	Población.....	32
3.5.2.	Muestra.....	33
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	35
3.8.	Tratamiento estadístico.....	36
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	36

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	39
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	41
4.3. Prueba de Hipótesis.....	67
4.4. Discusión de Resultados	69

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estación de monitoreo de Calidad de agua superficial.....	33
Tabla 2. Resultados del monitoreo de agua superficial Estación 201: Laguna Huicra	41
Tabla 3. Resultados del monitoreo de agua superficial Estación E-213(213) – Río San Juan.....	43
Tabla 4. Resultados del monitoreo de agua superficial Estación E-214(214) Rio San Juan.....	44
Tabla 5. Resultados del monitoreo de agua superficial Estación E-215(215) - Rio San Juan.....	47
Tabla 6. Resultados del monitoreo de agua superficial Estación L-1 - Laguna al Sur de la Pta	49
Tabla 7. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación MA - 1 - Aguas arriba de cabecera de la cuenca.....	51
Tabla 8. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación MA - 2 - Canal de recolección de aguas superficiales del Golf	53
Tabla 9. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación E – 02 A (M-2), a 200 m, de la Planta de Neutralización	55
Tabla 10. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación E-02A-1, Río Ragra después del punto de vertimiento AR-3	57
Tabla 11. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación 2V, Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay.....	59
Tabla 12. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación 3DV, Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay (Canal de coronación izquierdo de la relavera Ocroyoc), aguas abajo del punto de vertimiento VCO-01.	61

Tabla 13. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación PC – 01, Río Ragra, aguas arriba del punto de vertimiento EO - 01.....	63
Tabla 14. Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación PC – 02, Río Ragra, aguas abajo del punto de vertimiento EO - 01	65

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La empresa minera Cerro S.A.C. viene desarrollando a través de su proyecto de Óxidos de Pasco S.A.C. la recuperación de plata de minerales oxidados, está ubicada a 4,200 m.s.n.m, en el departamento de Pasco. Se trata de la primera planta de lixiviación de este tipo en el Perú, con una capacidad instalada de 2,500 TPD. La planta cuenta con la certificación del Instituto Internacional de Manejo de Cianuro y una futura ampliación de capacidad a 4,000 TPD. (Volcán, 2020)

“La Compañía es considerada uno de los productores de más bajo costo en la industria debido a la calidad de sus depósitos de mineral. La Empresa Minera Volcán inició sus operaciones en 1943 en las alturas del abra de Tíclio. Todas sus operaciones están ubicadas en la Sierra Central de Perú”. (Volcán, 2020)

Los recursos hídricos son estructurados por componentes físicos, químicos y biológicos que interactúan entre sí y funcionan en equilibrio, y que

proporcionan servicios imprescindibles para el hombre. Muchos de los servicios hídricos como: ríos, lagunas, lagos y otros, constituyen la base de las cadenas de valores más importantes que sustentan la economía del Perú, pero, sin embargo, sufren presiones que ponen en peligro su funcionamiento y sustentabilidad. En las últimas décadas, el aumento de los casos de impactos ambientales producidos por la actividad minera a lo largo del Perú, se ha traducido en una preocupación creciente sobre la manera como se desarrolla y controla esta actividad. Los daños a la integridad y funcionamiento de los ecosistemas de los recursos hídricos y a la salud de las personas, causados por una deficiente planificación y evaluación previa, por condiciones técnicas inadecuadas de las operaciones y del tratamiento de los productos minerales y desechos, y por el mal manejo de los pasivos ambientales de origen minero y la falta de cumplimiento de los planes de cierre, ha permitido identificar una serie de vacíos y debilidades legales en la regulación de la actividad minera, que en muchos casos, permiten una larga estela de destrucción y deterioro irreparable de ecosistemas. (Loayza, 2015)

Es así que actualmente la minería en la región Pasco es uno de las principales actividades económicas que ejerce y coloca al Perú, entre uno de los principales países con esta actividad, pero también esta actividad está causando mucho deterioro en nuestro medio ambiente ocasionando un daño ambiental a un recurso muy indispensable para la vida de todo ser vivo que es el agua.

“Uno de los casos más resaltantes por el efecto negativo de la actividad minera es el de Cerro de Pasco, donde se registra una elevada contaminación por metales tóxicos, como el plomo, arsénico y cadmio, y aguas ácidas, en suelos y sedimentos, ríos y lagunas, y la atmósfera”. (Loayza, 2015)

“Un daño ambiental ocurre cuando se produce la pérdida, disminución o degradación significativa de uno o más de los componentes o compartimentos ambientales”. (Gherzi et al., 2004).

Así mismo, en el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú reconoce el derecho fundamental de todo ciudadano a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Para el ejercicio idóneo de este derecho, el Estado ejecuta políticas públicas que expresan acciones de prevención y conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas; de planificación y ordenación territorial; de gestión ambiental de los recursos naturales y las áreas naturales protegidas; de evaluación del impacto ambiental de las actividades económicas; de fiscalización de las obligaciones ambientales de las empresas; y de remediación de los impactos ambientales negativos. (Loayza, 2015)

Por tanto, es primordial realizar monitoreos de control de agua, suelo, aire y otros recursos como parte preventiva o como base para un plan de remediación, mitigación o recuperación de dicho recurso en riesgo, y como es este el caso que se efectuó el monitoreo de la calidad del agua superficial a solicitud de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., de acuerdo con su programa de monitoreo, para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector Minero.

Actualmente “los recursos hídricos se cuentan entre los más amenazados y afectados por la actividad minera y metalúrgica. Esto puede ocurrir de forma directa a través del vertido en ríos y lagunas de los efluentes que superan los límites máximos permisibles de metales establecidos por la normativa peruana e internacional y de manera indirecta por deposición de polvo y partículas, que adsorben cationes metálicos, en ecosistemas acuáticos. Por cualquiera de estos

medios, los desechos metálicos se acumulan en aguas superficiales, la columna de agua y los sedimentos, exponiendo a la flora y fauna acuáticas”. (Loayza, 2015)

Por tanto, el presente estudio de investigación se enfocó dentro de las fuentes de agua del monitoreo en dieciocho (18) estaciones de muestreo de agua superficial para poder identificar y determinar el comportamiento físico químico que generan las actividades mineras en la zona de estudio y de esta manera poder determinar el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero comparándolos con la normativa respectiva. Por tal motivo me permito realizar el estudio del comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022, que contribuya o colabore con los alcances que permita su análisis y cumplimiento y para que desde ese enfoque permita promover y generar cambios de conducta en la parte preventiva hacia una vida eco amigable y sustentable.

1.2. Delimitación de la Investigación

Este estudio está delimitado por las fuentes o sistemas de agua ubicados en las zonas influyentes en las estaciones indicadas por la empresa minera Óxidos de Pasco S.A.C., de acuerdo con su programa de monitoreo, para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector Minero bajo los alcances de los instrumentos normativos y guías peruanas vigentes, ubicada en la Provincia y Región Pasco.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cuál es el comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el comportamiento de la calidad físico – química del agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.?
- ¿Qué instrumentos normativos y guías peruanas vigentes ayudaran a verificar el grado de cumplimiento del monitoreo de la calidad de agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.?
- ¿Los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua superficial de la zona de estudio de la provincia y región Pasco, estarán cumpliendo con los LMP de calidad de agua de acuerdo a las normativas vigentes?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivos General

Identificar y determinar el comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar y establecer el comportamiento de la calidad físico – química del agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.
- Establecer los instrumentos normativos y guías peruanas vigentes que ayudaran a verificar el grado de cumplimiento del monitoreo de la calidad de agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.
- Interpretar y comparar los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua superficial de la zona de estudio, de acuerdo a los LMP de calidad de agua y normativas vigentes para tal caso.

1.5. Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación se origina como efecto de la contaminación del recurso hídrico de la zona de estudio como es al río San Juan, laguna Wicra, río Ragra, y la laguna de Quiulacocha, ocasionado por las actividades mineras y los efluentes de la población de la ciudad de Cerro de Pasco, de esta manera dar a conocer que la presencia de elementos metálicos, fisicoquímicos y microbiológicos en concentraciones altas, están deteriorando la calidad de estos recursos hídricos, y que podrían seguir incrementándose si no se toman medidas correctivas en base a estos resultados.

Así mismo el estudio propuesto permitió establecer, entre otros aspectos, la concentración química, fisicoquímicos y microbiológicos, que son vertidas por la empresa y la población, ya mencionada, donde la información recolectada nos

dio a conocer los objetivos principales que vienen a ser, los resultados de los monitoreos de calidad de agua superficial en 18 puntos de muestreo, dando a conocer el grado de concentración que se tienen según el D.S. No. 04-2017-MINAM.

1.6. Limitación de la Investigación

Se tendría como limitantes para el desarrollo del estudio al acceso restringido a los puntos de monitoreo de agua superficial de la zona de estudio por factores climáticos, geografía de la zona, por factores de gestión administrativa en la recolección de los resultados y de tiempo retrasando ligeramente el análisis de estos resultados con la normativa ambiental vigente y el soporte de la información y su sistematización.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. A nivel Internacional

Burdzieva, Alborov, Tedeeva, Makiev, & Glazov (2018) En el artículo se presentan los resultados del impacto negativo de la producción minera y metalúrgica en el medio natural. El objetivo del estudio era evaluar el rendimiento de la especiación de metales pesados en sedimentos para valorar el riesgo ecológico potencial asociado a los depósitos de residuos antropogénicos. En el curso de la investigación se realizó un análisis de los factores del impacto negativo de la extracción y el procesamiento de geomateriales en los componentes del medio natural. El trabajo revela una degradación fragmentada del paisaje bajo la influencia de la producción real y la infraestructura de superficie del complejo minero y metalúrgico. Se demuestra que la violación de los requisitos sanitario-técnicos y medioambientales exigidos para la eliminación de los residuos mineros y metalúrgicos conduce a una peligrosa contaminación y deformación de los componentes del entorno natural. Mientras que el

funcionamiento a largo plazo del sistema natural y antropogénico deformado conduce a consecuencias peligrosas impredecibles, que se manifiestan en el desarrollo de enfermedades poco conocidas de la población que vive en la zona de actividad de tales objetos. Se demuestra que la peligrosidad medioambiental de un sistema natural e industrial en terreno montañoso, en comparación con sistemas llanos similares, aumenta significativamente, lo que implica que son necesarias medidas adicionales para garantizar la seguridad medioambiental. Además, en el documento se exponen las características de los vertederos de residuos del procesamiento de minerales y concentrados, así como de otros materiales.

Minnaar (2020) La extracción de metales como el oro, la plata y el cobre da lugar a la exposición al agua y al aire de minerales rocosos que contienen sulfuros. Esto da lugar a la formación de varios productos nocivos, como el ácido sulfúrico. Si no se controla, el agua de drenaje de estas minas puede escurrir a arroyos o ríos o filtrarse a las aguas subterráneas, penetrando así en los sistemas de aguas subterráneas (capa freática) que están interconectados en vastas zonas. Estas aguas que salen de las minas, denominadas Drenaje Ácido de Minas (DAM), son peligrosas para la salud de las personas, así como para las plantas, los animales y la vida acuática. A mediados de la década de 2000, el Drenaje Ácido de Minas había alcanzado un punto crítico en la provincia sudafricana de Gauteng, centro de la industria minera del oro en ese país. Esta crisis se debía sencillamente a que algunas empresas mineras habían abandonado las minas sin rehabilitarlas bajo tierra ni neutralizar los vertederos y las presas de limo de la superficie, lo que provocaba que las aguas ácidas de mina fluyeran hacia arroyos, presas y fuentes de aguas subterráneas de toda la provincia. A pesar de los

esfuerzos del gobierno por conseguir que las empresas mineras asuman la responsabilidad de "limpiar" las filtraciones de aguas de mina, los vertederos de mina y las presas de limo, los vertidos de aguas ácidas de mina siguen contaminando los sistemas hídricos de todo Gauteng. En este capítulo se examinan los tardíos esfuerzos del gobierno central por hacer cumplir la normativa sobre rehabilitación de minas y neutralización de aguas ácidas de mina a las empresas mineras, que durante muchos años las han ignorado convenientemente en su afán por maximizar los beneficios.

Mosquera, L. (2016) en su investigación titulada: Evaluación exploratoria de la calidad del agua del río san juan en el municipio de Tadó, Chocó, por el impacto que causan los vertimientos mineros, y llega a las siguientes conclusiones:

Se presenta muy alta contaminación por mineralización en las estaciones E3 (Río San Juan – Puente) y E4 (desembocadura Río Mungarrá), lo que indica que la cantidad de sólidos disueltos en la zona está afectando los niveles de conductividad, así como la cantidad de cationes y aniones presentes. La contaminación por sólidos suspendidos fue alta en las tres zonas de muestreo, estos sólidos se asocian con el material de arrastre proveniente de la actividad minera, sobre todo en E6 (Río Chato). El Índice de Contaminación por Minería Aurífera- ICOMONIERA, oscilo en grados de contaminación entre leve y muy alto, siendo muy alta en la estación E6 (Río Chato), donde es común ver sistemas de extracción del mineral sobre o en inmediaciones al cuerpo de agua, lo que incrementa los niveles de turbiedad y sólidos suspendidos; también se evidencia la utilización de mercurio en los sistemas de extracción, estimando que la carga diaria utilizada es de 13.4 kg/día. La actividad minera en la zona presenta alto

índice de movilidad e ilegalidad, lo que dificulta que las autoridades ambientales puedan ejercer control en la zona. (pp. 93,94)

López, M.; Lacayo, M. & Dávila, A. (2020) en un artículo científico publicaron su investigación titulada: Evaluación de la calidad físico-química de las aguas subterráneas y superficiales de la zona minera de Santo Domingo – Chontales, y llegan a las siguientes conclusiones:

Los índices de calidad de las aguas subterráneas Peñas Blancas y Túnel Azul indican que estas aguas son aptas para consumo humano, irrigación y ganadería. El Sardinillo presenta un índice de calidad del agua regular a buena para consumo humano según CCME, CAPRE y USEPA, por lo que se considera con potencial para este uso; además con índice de calidad que va desde pobre a buena para la protección de la vida acuática y excelente para irrigación y ganadería. El plantel La Estrella y El Salto presentan similitud en la calidad de las aguas para consumo humano y protección de la vida acuática con índices de calidad que oscilan entre pobre y marginal según CCME, CAPRE y USEPA. Para el uso agrícola El plantel La Estrella presentó una calidad de agua desde regular a excelente y El Salto desde marginal a buena según las consideraciones de CCME y FAO. Lo que indica que estas aguas no son adecuadas para el consumo humano, ni para albergar vida acuática, no obstante, podrían tener potencial para el uso agrícola. Los parámetros microbiológicos no fueron analizados lo que también podría influir en la calidad del agua en estos sitios estudiados.

Cardona (2023) Durante 37 años (1984-2021), un grupo de investigadores realizó lo que hoy representa el estudio más exhaustivo sobre las afectaciones de la minería en los ríos. A lo largo de casi cuatro décadas, los científicos monitorearon todos los cuerpos de agua dulce con un ancho mayor a

50 metros. Además, analizaron más de siete millones de imágenes satelitales. Gracias a ello, lograron identificar 396 puntos con actividad minera en 49 países.

El estudio también encontró que más del 80 % de los sitios en donde hay actividad minera se encuentran en las regiones tropicales de Sudamérica, Asia, África y Oceanía.

El 90 % de esas actividades mineras corresponden a extracción de oro y están afectando 173 grandes ríos, de los cuales el 80 % duplicó su carga de sedimentos al compararlos con los años anteriores a la minería.

Otro de los hallazgos de la investigación es que, en 30 países donde la minería afecta ríos, la carga de sedimentos se elevó al menos en el 23 % del recorrido total de estos cuerpos de agua, lo que se traduce en una afectación de aproximadamente 35 000 kilómetros de ríos.

2.1.2. A nivel Nacional

(Editorgc Gconstitucional, 2018) La situación descrita en el departamento de Puno es alarmante y evidencia los graves impactos ambientales y sociales causados por la contaminación minera. La presencia de metales pesados en los ríos y la infiltración subterránea generada por los botaderos de la minera Arasi están afectando no solo la salud de los cuerpos de agua sino también la vida de los habitantes de la zona.

La muerte masiva de peces, el ganado y la preocupación de los campesinos son consecuencias directas de esta contaminación, afectando no solo el medio ambiente sino también la seguridad alimentaria y la salud de la población local. La protesta de los comuneros y su exigencia de hacer público el informe final de la OEFA refleja la necesidad urgente de acciones concretas por parte de las autoridades para abordar y remediar la situación.

Es esencial que las autoridades competentes tomen medidas inmediatas para detener la contaminación, responsabilizar a la empresa minera involucrada y buscar soluciones a largo plazo para prevenir futuros episodios similares. Además, la transparencia en la comunicación de los informes y la participación activa de la comunidad en las decisiones relacionadas con el medio ambiente son fundamentales para garantizar una respuesta adecuada y justa a esta crisis ambiental.

Giraldo Malca (2020) El estudio presentado destaca la problemática de la minería informal en el Perú, centrándose en la cuenca alta del río Ramis en el departamento de Puno. La investigación utiliza análisis espaciales y temporales, así como tecnologías de teledetección, para evaluar los impactos ambientales, especialmente el cambio de uso de suelos (CUS), relacionándolos con factores sociales, políticos y económicos.

La hipótesis planteada sugiere que la minería informal en la cuenca alta del río Ramis utiliza un aprovechamiento extensivo y poco eficiente del territorio, cuyo crecimiento está relacionado con eventos como el aumento del precio internacional del oro y se ve afectado por la caída de su cotización, conflictos socioambientales y la intervención gubernamental a través de normativas y actividades de control.

El análisis se enfoca en la evolución de la minería aurífera en la zona entre 1984 y 2015, utilizando imágenes satelitales de los satélites Landsat 5, 7 y 8. Se destaca la presencia de varios asentamientos mineros en diferentes distritos, cada uno con características únicas en términos de modos de explotación, organización, posesión y titularidad del suelo. Además, se sistematizan datos

sobre la cotización diaria del precio internacional del oro y la cronología de eventos socioambientales y políticos relacionados con la actividad minera.

La interrelación de estos factores con el cambio de uso de suelos proporciona información valiosa sobre la expansión o estancamiento de la minería informal en la zona a lo largo del tiempo. Este enfoque multidisciplinario y la aplicación de tecnologías avanzadas permiten obtener conclusiones que pueden ser útiles para mejorar la gestión y abordar la problemática ambiental y social asociada con la minería informal en el área estudiada.

Torres, R. (2017) en su investigación titulada: 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. Llega a las siguientes conclusiones:

De los documentos publicados por la Autoridad Nacional del Agua - ANA, en su calidad de Ente Rector del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, se aprecia que uno de los problemas ambientales más graves y urgentes que enfrenta nuestro país es el relacionado con el deterioro de la calidad de los recursos hídricos, toda vez que un gran porcentaje de nuestros ríos superan los Estándares de Calidad del Agua (ECA - Agua), siendo una las causas la contaminación industrial y minera, entre otros. (p. 118)

Por tanto “Los ECA - Agua representan objetivos de política ambiental y se constituyen como indicadores ambientales que permiten conocer el estado de la calidad del agua en un lugar y tiempo determinado para coadyuvar a la toma de decisiones relacionadas a lograr o no la adecuada calidad del recurso hídrico”. (p. 118)

Asimismo, los ECA - Agua son instrumentos de gestión ambiental de prevención y de control, de carácter transversal y transectorial, que se complementan y mantienen la coherencia frente a otros instrumentos de gestión ambiental por ejemplo con los instrumentos del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, los Límites Máximos Permisibles, entre otros, toda vez que su aplicación involucra a las acciones de las entidades ambientales competentes para viabilizar la concreción de las políticas ambientales y de la normativa ambiental; así como al sector privado, quienes deben considerar a los ECA - Agua en la elaboración y aplicación de sus instrumentos de gestión ambiental que influyen en la calidad del recurso hídrico, con la finalidad de armonizar y coadyuvar con el cumplimiento de las políticas ambientales e instrumentos de planificación, dirigidos a alcanzar la adecuada calidad del recurso hídrico. (Torres, 2017, p. 118).

2.1.3. A nivel local

Paz, E. (2016) en su investigación titulada: Impacto geoambiental generado por la minería en el área circunscrita al río San Juan- provincia de Pasco departamento de Pasco, llega a las siguientes conclusiones importantes:

En la zona de estudio se expone una serie de minas con abundantes recursos metálicos, que están contaminando el suelo, aguas y el ecosistema, por la presencia de relaves, desmontes, residuos sólidos, drenaje ácido, metales pesados como cobre, plomo, zinc, fierro, que son arrastrados hasta el río San Juan, discurriendo hasta la laguna Chinchaycocha o de Junín y drenando posteriormente al río Mantaro, cuyas aguas van a regar los terrenos de cultivo de los poblados ubicados en sus orillas. La subcuenca del río San Juan se está

deteriorando y contaminando paulatinamente por la actividad minera que es muy intensa, alterando sus propiedades físicas y químicas, con presencia de plomo por encima de los límites máximos permisibles, las empresas mineras y las poblaciones del entorno vierten sus aguas industriales y descargas domésticas a la quebrada Quiulacocha y que junto con la laguna Quiulacocha que está afectada por los relaves mineros, van a desaguar al río San Juan. (p.10)

Para **Julca, k. (2018)** en su investigación titulada: Evaluación de los impactos ambientales generados por el funcionamiento de la planta complementaria de beneficio de minerales Oxidados en el distrito de Simón Bolívar de Rancas perteneciente a Vólcan compañía minera S.A., llega a las siguientes conclusiones referente al tema:

Los factores ambientales más afectados por el funcionamiento de la Planta Complementaria de Beneficio de minerales son: Agua (calidad del agua), Aire (calidad de aire, ruido), Suelo (topografía, calidad de suelo, riesgo natural), Flora, Fauna y el Paisaje, determinados mediante la evaluación y valoración de los impactos ambientales por el método de criterios relevantes integrados.

Los impactos ambientales físicos son significativos, respecto a la calidad del aire es un 11.52% del impacto negativo total y un valor alto de (-7,2), lo cual indica que los movimientos de minerales oxidados (pacos) al contorno de la población de Paragsha alteraran la calidad del aire por incremento de material particulado (polvos) y ruido. Así mismo producirá un impacto negativo significativo de (-7.2) durante el funcionamiento de la planta de óxidos: la calidad del agua será alterada debido al movimiento de mineral en la zona de los stocks piles y a la lixiviación por lluvias, a ello se suma el factor de riesgo natural (-6.4) que podrá suceder por el transporte de relaves.

Manrique, P. (2018) en su investigación realizada titulada: Caracterización Físico-Química y Microbiológica de la microcuenca del Río Huallaga entre las localidades de Paríamarca y Salcachupán - Pasco - 2018. Llega a las siguientes conclusiones:

Las alteraciones ambientales provocan un severo desequilibrio en las aguas del cuerpo hídrico de la Micro cuenca del Alto Huallaga, con el consiguiente peligro de contraer enfermedades por las personas y animales. Entonces, la evaluación del grado de contaminación del recurso hídrico de la Micro cuenca del Alto Huallaga, permitió conocer el estado actual del sistema lotico especificado, realizando el comparativo de los resultados obtenidos con los valores establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM: Estándar de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3(riego de vegetales y bebida de animales); esto por la clasificación de cuerpos de agua superficial: ríos, lagos lagunas según Resolución Jefatural N°202- 2010-ANA. Habiendo transcurrido 10 años en donde el aumento el crecimiento poblacional y productividad minera se hizo presente, las características físico – químicas y microbiológicos se han modificado, observando que las concentraciones de metales como el cadmio, magnesio, cobre y plomo incumplen los Estándares de Calidad Ambiental de agua en la Categoría 3 y en cuanto a la presencia de Coliformes termotolerantes (fecales), se obtuvieron resultados muy por debajo de ECA, considerando que el límite es de 1000 NMP/ml. (p.70)

Así mismo también llega a esta importante conclusión de que: Según el reporte de resultados por la concentraciones de metales (Cd, Pb, Cu, Mn) que presenta las aguas del Río Huallaga, estas no pueden ser usadas para riego de plantas ni bebidas de animales, y en función a la presencia de Coliformes, si puede

ser empleada para riego de vegetales y bebida de animales ya que posee valores inferiores a 1000NMP/100 ml de Coliformes, por lo tanto, al ser parámetros que si bien unos son Inorgánicos (metales) y otro es microbiológico (Coliformes), estos se encuentran en el mismo cuerpo hídrico, por lo que podemos mencionar que estas aguas no pueden ser usada como bebida de animales ni riego de vegetales, sin un previo tratamiento para el control de estos parámetros que se encuentran en concentraciones altas. (p. 71)

Para **Vásquez, A. (2018)** en su investigación titulada: Evaluación de la calidad del agua y vertimiento de efluentes industriales en la Subcuenca del Río San Juan, 2006-2016, Cerro De Pasco, llega a los siguientes resultados:

En general los resultados de las concentraciones de las muestras tomadas a lo largo del tramo monitoreado en las 6 estaciones para los años 2006 al 2016, indican que existe aún cierto grado de alteración de la calidad del agua por la presencia de contaminantes de naturaleza orgánica e inorgánica como metales pesados, materia orgánica y Coliformes Termotolerantes, que si bien es cierto sus concentraciones se han reducido a través del tiempo, aun no alcanzan los valores establecidos por norma. Los resultados obtenidos han sido comparados con la categoría 3, para el uso de riego de vegetales (D.S 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aguas).

Villarreal, M. (2016) en su investigación titulada: Calidad de agua del Río San Juan, en el departamento de Pasco, llega a las siguientes conclusiones: Los metales pesados Cd, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn superaron el ECA. Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales, sin embargo, desde el periodo 2001 al 2011 las concentraciones de los metales pesados fueron muy altas a comparación del año 2014. Las estaciones donde se reporta concentraciones para todos los

metales son, M-2, M-03, M-04, M-05 y M-06. Con respecto al As, en la época de avenida durante su periodo 2001 al 2011 se registró que hubo una disminución de concentraciones, confirmándolo con los resultados en el año 2014 que no superaron el estándar; sin embargo, en la época de estiaje los resultados de As confirman que superó el estándar. Es decir, las concentraciones de los metales a lo largo de los años desde el 2001 al 2014 se han reducido en un 70% de los valores en el año 2001, siendo éstas las concentraciones más altas pero que aun así siguen superando el estándar de calidad.

Los parámetros fisicoquímicos; como el pH tanto en época de avenida como de estiaje durante su periodo 2001 – 2011 y 2014 no se encontraron dentro del rango estándar. Con respecto al parámetro aceites y grasas en los años 2001 (M-01, M-02, M-03 y M-04) y 2014 (M-02) en época de estiaje, superaron en un 150% el ECA. En la época de avenida no hubo presencia de aceites y grasas. El oxígeno disuelto sólo superó el estándar en la estación M-06 en el año 2014. En la época de avenida el CN Wad se verificó que había presencia y que superaron en un 200% el ECA en los años 2008, 2011 y 2014 en la estación M-04, en la época de estiaje durante el año 2014 las estaciones M-02, M-03 y M-04 superaron el estándar.

Cabe destacar que las fuentes de contaminación identificadas fue la presencia de los pasivos ambientales en la quebrada Quiulacocha a 2 km, y en la quebrada Andascancha (descarga de la empresa minera Sociedad Minera El Brocal), así como también las descargas de las empresas mineras al cuerpo receptor. Asimismo, se encontraron en los años 2001, 2004, 2006 y 2014 elevadas concentraciones de Coliformes totales (700%) y Termotolerantes (190%) con respecto al ECA en algunas estaciones de monitoreo, lo cual infiere la presencia

de animales de campo de la zona, a la descarga de efluentes domésticos de unidades mineras.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. El agua

El agua es la sustancia más abundante en la Tierra, es el principal constituyente de todos los seres vivos y es una fuerza importante que constantemente está cambiando la superficie terrestre. También es un factor clave en la climatización de nuestro planeta para la existencia humana y en la influencia en el progreso de la civilización. (Mosquera, 2016, p. 19)

El agua es el componente más abundante en los medios orgánicos, los seres vivos contienen por término medio un 70% de agua. No todos tienen la misma cantidad, los vegetales tienen más agua que los animales y ciertos tejidos (por ejemplo: el tejido graso) contienen menos agua -tiene entre un 10% a un 20% de agua- que otros como, por ejemplo: el nervioso, con un 90% de agua. También varía con la edad, así, los individuos jóvenes tienen más agua que los adultos. (USMP, 2013)

2.2.2. Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua

Los principales parámetros utilizados para medir el agua varían desde precisas determinaciones químicas cuantitativas hasta determinaciones cualitativas biológicas y físicas. (García, 2019, p. 18)

a. Parámetros físicos

La característica física más importante es su contenido total de sólidos, el cual está compuesto por materia flotante y materia en suspensión en dispersión coloidal y en disolución, conductividad, alcalinidad. Otras características físicas son la temperatura, color y olor.

b. Parámetros químicos

Incluyen a los orgánicos, los inorgánicos y los gases.

- pH
- Cloruros
- Aceites y Grasas (A/G)
- Dureza Total (Dureza de Calcio (Ca) y
- Dureza de Magnesio (Mg))
- Oxígeno Disuelto (OD)

c. Características biológicas

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos patógenos y no patógenos. Según Sierra Ramírez (2011), los microorganismos más importantes que se encuentran en el agua y pueden producir enfermedades son las bacterias, los virus, las algas, los hongos y algunos protozoos. Y os parámetros que se evalúan son:

- Coliformes Totales
- Coliformes Termotolerantes (García, 2019, pp. 18 - 28)

2.2.3. Indicadores de calidad de agua

Los indicadores de calidad de agua se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos; por causas principalmente de carácter antropocéntricos como el caso del uso de la tierra. Entre ellos se mencionan el pH, Turbidez, Oxígeno disuelto, Nitrato, Fosfato, Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales, Coliformes Fecales (OMS,2010).

a. Principales indicadores microbiológicos de calidad de Agua

Las bacterias Coliformes, son el principal indicador de la adecuación del agua para uso doméstico, industrial, otro tipo. La experiencia ha demostrado que

la densidad del grupo de los Coliformes es un indicador del grado de contaminación y, por tanto, de la calidad sanitaria. (APHA-AWWA-WPCF, 2000).

- Coliformes Totales
- Coliformes Termotolerantes
- Bacterias heterotróficas

b. Indicadores fisicoquímicos del agua

- pH, Color,
- Sólidos Totales,
- Temperatura, Turbidez,
- Conductividad,
- Cloro Libre Residual.

2.2.4. Calidad del agua

La calidad del agua es el término que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua dependiendo del uso que se le va a dar. Para determinarla, se miden y analizan estos elementos, como, por ejemplo, la temperatura, el contenido mineral disuelto en ella y la cantidad de bacterias que tiene. (Fundación AQUAE, 2021)

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. (ONU, 2014)

La gestión de la calidad del agua contribuye directa e indirectamente a alcanzar las metas establecidas en cada uno de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), aunque está más estrechamente vinculada al Objetivo 7, dirigido a garantizar la sostenibilidad medioambiental. Se pueden usar los

indicadores relacionados con la calidad del agua para demostrar los progresos hacia la consecución de las metas, trazando las tendencias en el tiempo y en el espacio. (ONU, 2014)

2.2.5. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Es importante tener una idea clara y definida de lo que son los ECAs así lo indica la OEFA (2021) “De acuerdo al artículo 31, incisos 1 y 2 de La Ley N° 28611- Ley General del Ambiente un Estándar de Calidad Ambiental es la medida que determina el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que se encuentran en un cuerpo receptor (aire, agua, aire, suelo), siempre que no sea un riesgo significativo para la salud humana ni para el ambiente. Dicha concentración o grado, de acuerdo al parámetro en particular, podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. Los ECA son de imperativa observancia en el diseño de normativa, políticas públicas; y el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental”. (p. 6)

Así también **Wieland, P. (2017)** afirma que “los ECA son instrumentos de gestión ambiental que establecen las condiciones de calidad adecuadas para el ambiente y sus componentes, indicando cuál es el nivel máximo de inmisión de ciertos elementos o sustancias en un cuerpo receptor con el fin de evitar su exceso y procurar la protección de la salud y el ambiente” (p. 102).

2.2.6. Minería

Se puede definir como la obtención selectiva de minerales y otros materiales (salvo materiales orgánicos de formación reciente) a partir de la corteza terrestre. La minería a cielo abierto es aquella que se desarrolla en forma progresiva por capaz o terrazas en terrenos previamente delimitados y se emplea en lugares donde los minerales están a poca profundidad (Mosquera, 2016, p. 44)

Minería se conoce la actividad industrial consistente en la extracción selectiva de rocas y minerales existentes en la corteza terrestre, de forma que sea económicamente rentable. En sentido amplio, el término minería incluye, además de las operaciones subterráneas o a cielo abierto que requieran la aplicación de técnica minera o el uso de explosivos, las necesarias para el tratamiento de las sustancias extraídas, tales como su trituración, clasificación por tamaños, lavado, concentración, etc., con el fin de acondicionar dichas sustancias para su venta. (Gobierno de España)

2.3. Definición de términos básicos

A. Calidad del Agua

Es un conjunto de características, físicas, Químicas y microbiológicas del agua, determinadas básicamente por los valores establecidos en la normativa peruana. (Pardo, 2018, p. 47)

Para la Autoridad Nacional del Agua, según el Protocolo Nacional de monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales (2016), es el estudio que permite conocer la calidad natural y actual del agua, determinar la capacidad de dilución de contaminantes y clasificar los cuerpos naturales del agua. Esta clasificación permitirá identificar las aguas de calidad aptas para usos prioritarios y para la protección o conservación. (ANA, 2016)

B. Agua superficial

Son todas las aguas que fluyen sobre la superficie de la tierra formando cursos o corrientes. Proviene directamente de la escorrentía superficial o de la escorrentía que fluye o circula por el subsuelo. En el primer caso son los ríos, quebradas y lagunas. En el segundo caso, los manantiales. La escorrentía

superficial es el fenómeno más importante desde el punto más importante de ingeniería; se expresa en mm. (García, 2019, p. 52).

C. Límite Máximo Permisible (LMP)

Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente. Dependiendo del parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos. (OEFA, 2002)

D. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Según la Autoridad Nacional del Agua, es la medida de la concentración o de grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

E. Monitoreo de calidad de agua

Según la Autoridad Nacional del Agua, es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua, con el objetivo de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.

F. Análisis físico-químico del agua

Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas. (Cama, 2019, p. 67)

G. Indicadores físico-químicos del agua

En la mayoría de los casos las variables más empleadas para la valoración físico-química del agua a partir de indicadores son el pH, OD, DBO5, una especie de nitrógeno como nitratos o amonio, fósforo total y sólidos suspendidos totales.

H. Contaminación del agua

La contaminación hídrica es la presencia de componentes químicos o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural, de modo que no reúna las condiciones para el uso que se le hubiera destinado en su estado natural. Esta alteración en la calidad del agua, que se traduce en la existencia de sustancias como los microbios, los metales pesados o los sedimentos, hace que su consumo tenga efectos dañinos sobre la salud y el medio. (Zarsa, 2023)

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., se encuentran cumpliendo los dispositivos legales ambientales del sector minero.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El comportamiento de la calidad físico – química del agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C. es adecuada y buena.
- Los instrumentos normativos y guías peruanas vigentes ayudaran a verificar el grado de cumplimiento del monitoreo de la calidad de

agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.

- Los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua superficial de la zona de estudio, están cumpliendo con los LMP de calidad de agua de acuerdo a las normativas vigentes (ECA).

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable Independiente

Comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.

2.5.2. Variable Dependiente

Para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

La presente investigación presenta a continuación la definición operacional de variables e indicadores:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Método – instrumento
<p style="text-align: center;">Variable Independiente:</p> <p>Comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.</p>	<p>La calidad del agua establece un conjunto de condiciones, entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección del recurso hídrico. El estado de conservación de los recursos hídricos refleja el cuidado y preocupación tanto por el ambiente físico, como por el hombre y sus actividades en el largo plazo. La administración sustentable de nuestros recursos hídricos está por lo tanto íntimamente unida con la habilidad de garantizar tanto su cantidad y su calidad física, química y biológica. (Dirección de Recursos Hídricos, 2017)</p> <p>Es por ello primordial de estar vigilándolo en busca de su</p>	<p>La evaluación del comportamiento de la calidad de agua superficial se basa en monitorear los parámetros que determinan su calidad, es decir libre de agentes contaminantes luego serán comparados con la normativa ambiental y valorar su nivel de cumplimiento.</p>	<p>Monitoreo de Agua de consumo humano. Evaluación de un conjunto de parámetros para determinar su calidad.</p>	<p>Para este propósito se considerará trece (13) puntos, para determinar la calidad de agua superficial, y para Efluentes Industriales 6seis (06) puntos y se evaluarán los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros fisicoquímicos - Parámetros inorgánicos - Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reglamento de la calidad de agua según el D.S. 031-2010-S.A. - Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Decreto Supremo N° 031-2010-S.A.

	cumplimiento con fines de prevención.				
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022</p>	<p>El ECA de agua es una unidad de medida para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua en función a la calidad que presenta, ya sea por sus valores naturales o por la carga contaminante a la que pueda estar expuesta. (MINAM, 2015)</p> <p>Los dispositivos legales son un conjunto de herramientas que ayudaran a verificar el cumplimiento de normas en la prevención de algún daño al recurso hídrico</p>	<p>El Estándar de Calidad Ambiental para agua es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del agua y de esta manera poder comparar con los resultados del estudio y poder determinar su comportamiento. (MINAM, 2015)</p>	<p>Para comprobar si el agua de los río, lagunas o lagos de la zona en estudio se encuentran dentro de los parámetros adecuados es decir con cierta calidad, se toman muestras y se someten a ciertos análisis físicos químicos con el fin de determinar su grado de contaminación o no y si se están cumpliendo con los lineamientos legales ambientales para el caso.</p>	<p>- Grado de cumplimiento del ECA para agua.</p>	<p>Agua Superficial: Los resultados de calidad de agua superficial serán comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua: D.S. 002-2008-MINAM (Categoría 3 Riego de Vegetales) y D.S. N° 004-2017-MINAM (Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido).</p> <p>Efluente: Los resultados de efluentes</p>

					<p>seran comparados con los Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas (D.S. 010-2010-MINAM) y los Niveles Máximos Permisibles para efluentes líquidos para Actividades Minero - Metalúrgicas (R.M. N° 011-96-EM/VMM).</p>
--	--	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación de acuerdo al fin que persigue es básico y de acuerdo al diseño es descriptivo - explicativo, porque se describirán los hechos tal como ocurren interrelacionándolos ambas variables del estudio, es decir que los resultados del monitoreo que se recopilarán de la calidad de agua superficial de la zona de estudio, después serán comparadas con la normativa ambiental en busca de su comportamiento para determinar su grado de cumplimiento a las normas ambientales vigentes (ECA para agua).

3.2. Nivel de investigación

Según **Condori P. (2020)**, refiere que, según su naturaleza o profundidad, el nivel de una investigación se refiere al grado de conocimiento que posee el investigador en relación con el problema, hecho o fenómeno a estudiar. De igual modo cada nivel de investigación emplea estrategias adecuadas para llevar a cabo el desarrollo de la investigación” (Valderrama, 2017, p. 42).

El estudio es descriptivo porque el propósito de la presente es describir los eventos que se presentan sin manipulación de las variables, es decir tal cómo es y cómo se manifiesta en determinados fenómenos, así mismo como es el caso de poder probar el cumplimiento a los ECAS para agua.

3.3. Métodos de investigación

La investigación presenta como método de ser una investigación básica o descriptiva porque utilizará una metodología de investigación que consiste en recopilar, analizar, interpretar e integrar las variables de estudio, de tal manera poder llegar a cumplir los objetivos planteados y demostrar la hipótesis de estudio.

3.4. Diseño de la investigación

El estudio utilizó el diseño no experimental, descriptivo correlacional, por las siguientes razones:

- Es no experimental porque estudia una situación dada sin manipular las variables de estudio tal como se presentan, de esta manera no se alteran los comportamientos.
- Es descriptivo correlacional, porque luego de describir las variables de estudio y habiéndose recolectado los datos, la evaluación y el análisis estas están centrados a determinar el grado de calidad del agua superficial según el comportamiento que presenta en base a ciertos parámetros físicos – químicos del agua.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

La investigación presenta como población de estudio a la calidad del agua superficial, es decir el desarrollo de la recopilación de los resultados del

monitoreo de cuerpos receptores de agua superficial, en las estaciones indicadas por la minera Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector Minero.

3.5.2. Muestra

La muestra está dada por los puntos de monitoreo para evaluar la calidad del agua superficial en 13 puntos de monitoreo, con fines de consumo humano y es el siguiente:

Tabla 1.

Estación de monitoreo de Calidad de agua superficial

Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18L		
		Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)
L - 1	Laguna al Sur de la Pta., de Beneficio de Minerales Oxidados.	8 818186	359 909	4349
MA - 1	Aguas arriba de cabecera de cuenca.	8 817654	361 534	4348
MA - 2	Canal de recolección de aguas superficiales del Golf.	8 817210	361 015	4299
201	Laguna Wicra.	8 822 676	358 621	4 296
E - 213(213)	Río San Juan, punto ubicado frente a la bomba N° 4 de la estación de bombeo de Yurajhuanca,	8 816 178	356 339	4 202
E - 214(214)	Río San Juan, punto ubicado a 2,5 Km, aguas arriba de la unión con el efluente a la altura del Puente Los Ángeles.	8 813 418	356 749	4 203
E - 215(215)	Río San Juan, punto ubicado al lado del puente de Yurajhuanca antes de la unión del efluente total Cerro de Pasco con el río San Juan.	8 816 528	357 375	4 216
E - 02A(M-2)	Agua Residual a 200 m, de la Planta de Neutralización.	8 818 215	360 440	4278

Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18L		
		Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)
E - 02A - 1	Río Ragra, después del punto de vertimiento AR-3.	8 817923	360 306	--
2V	Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay (Canal de coronación izquierdo de la relavera Ocroyoc), aguas arriba del punto de vertimiento VCO-01.	8 818494	359 079	--
3DV	Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay (Canal de coronación izquierdo de la relavera Ocroyoc), aguas abajo del punto de vertimiento VCO-01.	8 817774	359 114	--
PC - 01	Río Ragra, aguas arriba del punto de vertimiento EO - 01.	8 816 961	359 022	--
PC - 02	Río Ragra, aguas abajo del punto de vertimiento EO - 01.	8 816 968	358 804	--

Fuente: Vólcan (2022) Informe de calidad de agua I Trimestre - Óxidos de Pasco S.A.C.

La empresa Óxidos de Pasco S.A.C. la división de medio ambiente de Inspectorate Services Perú S.A.C, ha desarrollado el análisis de la calidad de agua, en su Planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados, cuyos resultados se pasaron a recolectar para dar cumplimiento a la presente investigación.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para recopilar datos de la presente investigación se utilizaron como técnicas e instrumentos a lo siguiente:

- Recolección de los resultados del monitoreo efectuado al agua según los puntos de monitoreo ya mencionado anteriormente (ver muestra) y entregado por el laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C., quienes fueron los encargados de sacar la muestra, analizar y presentar los resultados del muestreo.

- Informe del monitoreo de calidad del agua I trimestre Óxidos de Pasco S.A.C. Planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados. Medición y análisis de parámetros fisicoquímicos, análisis microbiológicos.

Instrumentos:

- Normativa ambiental vigente (ECA para agua)
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Agua Superficial:

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua: D.S. N° 004-2017-MINAM (Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido).

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Entre las técnicas de procesamiento y análisis de datos se tiene a un conjunto de actividades o acciones a seguir para lograr obtener los datos precisados y consta de lo siguiente:

- Realizar la gestión administrativa con la empresa Óxidos de Pasco S.A.C. a través de la División de Medio Ambiente de Inspectorate Services Perú S.A.C., con el propósito de poder efectuar las gestiones necesarias y que se nos proporcionó la información requerida para cumplir con los objetivos del estudio planteado.
- Se efectuó la sistematización de los datos obtenidos, a través de tablas que sirvieron de base para el análisis del presente estudio.
- Luego se siguió con el análisis e interpretación de los resultados confrontados con la normativa ambiental (ECA), para poder identificar el comportamiento

de estas en el medio ambiente y el grado de cumplimiento de estas de acuerdo a la normativa ambiental vigente para el caso.

3.8. Tratamiento estadístico

En el estudio se ha utilizado el programa Microsoft Excel para procesar los datos estadísticos de los resultados de los monitoreos realizados por la empresa de Inspectorate Services Perú S.A.C y también se aplica la escala de Likert para realizar la comparación y la evaluación de la calidad ambiental del agua (ECAs) en las lagunas y ríos que se encuentran en el área de influencia de la empresa minera Óxidos de Pasco S.A.C. Planta complementaria para el beneficio de minerales.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

En el proceso de la investigación científica el acto ético, técnico y profesional se ejerce de manera veraz, honesta, responsable, transparente, inclusiva, con pensamiento crítico y sentido social. El Código de Ética para la Investigación es la herramienta indispensable y clave para la comprensión, asimilación, estimulación y aplicación de los principios y valores éticos en el proceso de desarrollo de proyectos de investigación, que permitan regular el comportamiento ético de los investigadores, respetar los derechos fundamentales de las personas, la dignidad y la libertad del ser humano, preservar el medio ambiente y contribuir con la solución progresiva de los problemas de la sociedad. (Universidad Jaime Bausate y Meza, 2016).

Es deber ineludible de todos los sujetos involucrados con los procesos de investigación, mantener un comportamiento cimentado por principios y valores éticos universales en el ejercicio de sus funciones, debiendo orientar su accionar, a las exigencias de la Ética y rigurosidad investigativa, propiciando buenas

prácticas científicas que enaltezca la dignidad, la libertad del ser humano y el cuidado del medioambiente, a través de una convivencia armónica, ética y propositiva. (UNACH, 2018)

El personal académico y demás participantes en la labor investigativa, dieron estricto cumplimiento y observancia a las normas de conducta y responsabilidades éticas definidas en el Código de Ética de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y otros documentos institucionales a fin. Además, se observará los instrumentos internacionales y otras normativas generales y específicas relacionadas a la integridad científica y la ética en la presente investigación. (UNACH, 2018)

Doy fe que la presente es una investigación única, respetando siempre los derechos de autor con la cita respectiva, los datos obtenidos provienen de fuentes seguras y confiables y todo lo que se presenta como resultados fue elaborado con un minucioso análisis y teniendo en cuenta los principios de la investigación científica.

La presente investigación contiene información importante y relevante sobre el tema a investigar, los datos a obtener provienen de fuentes primarias seguras debidamente acreditadas, así mismo esta fue estructurada según el esquema proporcionado por la UNDAC a través de la oficina de grados y títulos, los resultados obtenidos y discusión serán presentados según los objetivos planteados, por tanto, paso a citar todas las fuentes de donde obtengo la información necesaria y completar de esta manera el nuevo conocimiento.

Así mismo está basado en el cumplimiento de los ECAs para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM (Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego

restringido) de los parámetros establecidos para el desarrollo de forma responsable y la ética de la preservación del recurso hídrico.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El agua natural que encontramos en ríos, lagos y otros cuerpos de agua en la región Pasco, está constantemente en contacto con su entorno, absorbiendo y transportando diversas sustancias. Este contacto puede ser con el aire, el suelo, la vegetación y otras capas del subsuelo. Además, la presencia de organismos vivos en el agua, como plantas y animales, contribuye a la interacción mediante procesos biológicos que implican la liberación y absorción de diferentes sustancias.

Las aguas dulces, por naturaleza, contienen una variedad de sustancias químicas, como carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, fosfatos, silicatos, metales traza y gases disueltos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. Estas composiciones varían según las características del terreno, concentraciones de gases disueltos y otros factores locales.

Sin embargo, las actividades humanas, como la minería y las ciudades, pueden introducir sustancias adicionales al agua a través de vertidos de aguas

residuales o al pasar por áreas tratadas con productos químicos o contaminadas. Esta introducción de contaminantes puede tener efectos perjudiciales en la calidad del agua, causando modificaciones en los ecosistemas acuáticos, daños a los recursos hídricos, riesgos para la salud, aumento en los costos de tratamiento.

Las aguas contaminadas pueden contener una variedad de compuestos dependiendo de su origen, orgánicos, aceites y grasas, detergentes, metales pesados, entre otros. La composición específica del agua afecta propiedades físicas como densidad, tensión de vapor, viscosidad y conductividad.

Para evaluar y ver la condición actual de la calidad del agua, se utilizan diversos parámetros agrupados en categorías como físicos (color, olor, temperatura), químicos (pH, materia orgánica, nutrientes, metales), biológicos (coliformes, salmonellas) Estos parámetros proporcionan información crucial para comprender la salud del agua y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.

El presente estudio de Investigación se basó a los monitoreos realizados en el área de influencia directa de la empresa minera Cerro SAC del proyecto Óxidos de Pasco S.A.C. realizado por la empresa Inspectorate Services Perú S.A.C. con la finalidad de contrastar la información en cumplimiento a la normatividad vigente D.S. No. 004-2017-MINAM.

El monitoreo se llevó a cabo en los meses de enero, febrero y marzo de 2022, siguiendo los procedimientos establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales actualmente en vigencia. La ejecución de estas actividades estuvo a cargo del personal capacitado de la E.A. Cerro S.A.C, siguiendo los criterios técnicos establecidos por la normativa nacional y sectorial correspondiente. Los análisis de las muestras

recolectadas fueron realizados por el laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C., que está acreditado ante INACAL con el registro N.º LE - 031.

En cuanto a la normativa ambiental, los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del agua superficial fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, específicamente aquellos establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM. Estos estándares se refieren a la categoría 3, que abarca el riego de vegetales y bebidas de animales, y dentro de esta categoría, se detallan subcategorías como el riego de vegetales, el agua para riego no restringido y el agua para riego restringido.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos para Agua Superficial y que a continuación se presentan:

A. Agua Superficial:

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al monitoreo de agua superficial y es el siguiente:

Tabla 2.

Resultados del monitoreo de agua superficial Estación 201: Laguna Huicra

FECHA DE MUESTREO		23/01/2022	17/02/2022	12/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	0.017	<0.002	0.003	0.1
Fenoles	mg/L	0.0017	<0.0010	0.0042	0.002
DBO	mg/L	11.8	3.0	3.5	15
Coliformes Totales	mg/L O ₂	220	7 900	-	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	170	790	240	1000 - 2000

DQO	NMP/100 ml	21.4	14.4	10.8	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L O ₂	224.4	34.4	50.5	518
Conductividad Específica	uS/cm	782.0	170.0	640.00	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.1	7.1	6.5	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.92	8.13	7.45	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	14.3	15.1	10.10	Δ3
Li (Tot)	mg/L	0.0021	<0.0012	<0.0012	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.0111	0.2233	0.0763	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0007	0.0006	<0.0005	0.1
Mn (Tot)	mg/L	0.0643	0.0435	0.0265	0.2
Co (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0003	<0.0002	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0013	<0.0004	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0009	0.0106	0.0108	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.0069	0.0628	0.0319	2
As (Tot)	mg/L	0.0041	0.0024	0.0022	0.1
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0005	<0.0002	0.02
Cd (Tot)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0136	0.0079	0.0096	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0036	0.0066	0.0035	0.05
Mg (Tot)	mg/L	8.9038	3.7209	5.2573	--
Fe (Tot)	mg/L	0.1060	0.3943	0.3067	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
(--) No indica

Interpretación: Como se puede evidenciar los resultados del monitoreo efectuado a la calidad de agua superficial de la zona en estudio en el punto 201 que corresponde a la laguna Huicra, no existen parámetros que sobrepasen la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM) determinándose que este recurso presenta las características seguras de calidad de agua.

Tabla 3.

Resultados del monitoreo de agua superficial Estación E-213(213) – Río San Juan

FECHA DE MUESTREO		23/01/2022	17/02/2022	12/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0.006	0.007	0.012	0.2
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	8.9	<2.0	8.4	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	790	220	-	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	49.0	110	240	1000 - 2000
DQO	mg/L O2	17.6	10.9	15.3	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	151.8	114.4	52.4	518
Conductividad Específica	uS/cm	271.0	241.0	640.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.9	7.1	6.5	≥ 4
pH	Unidad de pH	8.20	7.98	7.45	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	16.8	13.9	10.00	Δ3
Li (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	0.0024	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.1276	0.2684	0.1121	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0010	<0.0005	<0.0005	0.1
Mn (Tot)	mg/L	0.0420	0.0428	0.0392	0.2

Co (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0006	<0.0004	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0041	0.0039	0.0200	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.0212	0.0303	0.0189	2
As (Tot)	mg/L	0.0041	0.0040	0.0061	0.1
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0006	0.0008	0.02
Cd (Tot)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0263	0.0240	0.0277	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0026	0.0061	0.0032	0.05
Mg (Tot)	mg/L	2.1132	2.7863	3.8896	--
Fe (Tot)	mg/L	0.2875	0.3248	0.2344	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
(--) No indica

Interpretación:

Los resultados del monitoreo efectuado en el punto E-213 (213) del Río San Juan, ubicado frente a la bomba N° 4 de la estación de bombeo de Yurajhuanca, indican que no se han detectado parámetros que superen los límites establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM. Esto sugiere que, según los criterios evaluados en dicha normativa, el agua superficial en ese punto específico presenta características seguras en términos de calidad del agua.

Tabla 4.

Resultados del monitoreo de agua superficial Estación E-214(214) Río San Juan

FECHA DE MUESTREO		23/01/2022	17/02/2022	12/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	0.158	<0.002	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0.006	0.030	11.3	0.2
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	6.9	27.0	0.245	100

Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	10.6	4.4	4.3	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	22 000	92 000	-	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	14 000	11 000	240	1000 – 2000
DQO	mg/L O2	20.5	24.7	17.2	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	80.3	108.9	122.6	518
Conductividad Específica	uS/cm	782.0	739.0	265.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.1	6.3	6.9	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.92	7.71	7.71	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	14.3	13.1	10.40	Δ3
Li (Tot)	mg/L	0.0021	0.0056	0.0122	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.0111	0.5217	0.3973	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0007	0.0010	<0.0005	0.1
Mn (Tot)	mg/L	0.0643	2.5825	3.4480	0.2
Co (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0008	0.0005	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0018	<0.0004	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0009	0.2982	0.1518	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.0069	0.8325	0.5919	2
As (Tot)	mg/L	0.0041	0.0941	0.0632	0.1
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0013	0.0004	0.02
Cd (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0025	0.0021	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0136	0.0361	0.0255	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0036	0.0999	0.0123	0.05
Mg (Tot)	mg/L	8.9038	12.6343	24.9300	--

Fe (Tot)	mg/L	0.1060	5.1721	6.9287	5
----------	------	--------	--------	--------	---

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
 (--) No indica

Interpretación: La tabla que se presenta revela los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial en el punto E-214 (214), correspondiente al Río San Juan en la zona de estudio. Este punto está ubicado a 2,5 km aguas arriba de la unión con el efluente en el Puente Los Ángeles. Los datos indican que algunos parámetros exceden los límites establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM.

Específicamente, se observa que durante los meses de enero y febrero se registran niveles elevados de Coliformes Fecales o Termotolerantes, y en los meses de febrero y marzo se detecta la presencia de metales totales como Mn, Cu, As, Hg, Pb y Fe que superan los límites permitidos por la normativa mencionada.

En base a estos resultados, se concluye que en el punto de monitoreo E-214 (214), el recurso hídrico no cumple con los parámetros del ECA de agua y las características seguras de calidad de agua. La presencia de contaminantes como Coliformes Fecales y metales totales sugiere la necesidad de una atención específica y acciones correctivas para mejorar la calidad del agua en este sitio. Es esencial tomar medidas para abordar las fuentes de contaminación y garantizar la protección y restauración del recurso hídrico en este punto de monitoreo.

Tabla 5.

Resultados del monitoreo de agua superficial Estación E-215(215) - Rio San Juan

FECHA DE MUESTREO		23/01/2022	17/02/2022	12/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	0.006	<0.002	0.007	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	0.027	0.200	0.017	0.2
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	29.1	4.5	5.7	100
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	10.1	3.3	<2.0	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	>160 000	7 900	-	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	160 000	7 900	2 200	1000 - 2000
DQO	mg/L O2	25.6	25.3	10.8	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	158.5	75.3	61.3	518
Conductividad Específica	uS/cm	3 420.0	3 290.0	2 490.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.8	5.9	6.6	≥ 4
pH	Unidad de pH	8.11	7.91	7.57	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	14.0	12.9	11.60	Δ3
Li (Tot)	mg/L	0.0149	0.0322	0.0687	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0007	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.4753	1.0251	0.7314	5

Cr (Tot)	mg/L	0.0009	0.0021	0.0006	0.1
Mn (Tot)	mg/L	3.3410	16.3312	27.1865	0.2
Co (Tot)	mg/L	0.0006	0.0027	0.0022	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0061	<0.0004	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0726	0.2198	0.1897	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.6760	3.8115	2.1637	2
As (Tot)	mg/L	0.0748	0.1151	0.0851	0.1
Se (Tot)	mg/L	0.0002	0.0013	0.0024	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0019	0.0113	0.0082	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0331	0.0461	0.0385	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	0.0019	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0822	0.2092	0.0748	0.05
Mg (Tot)	mg/L	28.5432	63.2500	176.0439	--
Fe (Tot)	mg/L	5.0131	14.7266	14.1441	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.

(--) **No indica**

Interpretación: Los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial en el punto E-215 (215) del Río San Juan, ubicado al lado del puente de Yurajhuanca antes de la unión del efluente total de Cerro de Pasco con el río San Juan, se presentan en la tabla adjunta. Los datos revelan que varios parámetros exceden los límites establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM.

En particular, se observa que los Coliformes Fecales o Termotolerantes superan los límites permitidos durante los tres meses de monitoreo (primer trimestre). Además, el parámetro de conductividad eléctrica muestra alteraciones en los tres meses del período de observación. También se identifica la presencia de metales totales como Mn, Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb y Fe, los cuales exceden los límites establecidos por la normativa durante los tres meses de monitoreo.

Con base en estos resultados, se concluye que en el punto de monitoreo E-215 (215), el recurso hídrico no cumple con las características seguras de calidad de

agua establecidas por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM. La presencia de Coliformes Fecales, alteraciones en la conductividad eléctrica y la presencia de metales totales indican la necesidad de una atención inmediata y acciones correctivas para abordar la contaminación y mejorar la calidad del agua en este sitio. Es crucial implementar medidas efectivas para mitigar las fuentes de contaminación y proteger la salud del recurso hídrico en esta área específica.

Tabla 6.

Resultados del monitoreo de agua superficial Estación L-1 - Laguna al Sur de la Pta

FECHA DE MUESTREO		29/01/2022	18/02/2022	17/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Libre	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.0052
Clorofila A	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.008
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L CrVI	<0.010	<0.010	<0.010	0.011
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	2.56
Nitrógeno Total	mg/L	1.676	2.242	0.923	0.315
Fósforo Total	mg/L P Total	0.04	<0.01	<0.01	0.035
Sulfuro	mg/L S-2	<0.002	<0.002	<0.002	0.002
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	40.1	48.6	58.2	20
Pentaclorofenol	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.001
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C28)	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	0.5
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C28-C40)	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	0.5
Hidrocarburos Totales de	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	0.5

Petróleo (C10-C40)					
DBO	mg/L O ₂	8.3	2.3	4.7	5
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	3.6	24.4	12.6	≤ 25
Amoniaco	mg/L	0.031	<0.015	0.343	1
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	<1.8	7 900	490	1000
Conductividad Específica	uS/cm	190.9	75.7	69.3	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.3	7.4	5.1	≥ 4
pH	Unidad de pH	9.03	6.46	6.78	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	8.1	9.8	14.2	Δ3
Ni (Tot)	mg/L	0.0005	0.0011	0.0011	0.052
Cu (Tot)	mg/L	0.0124	0.0670	0.0317	0.1
Zn (Tot)	mg/L	0.0160	0.0851	0.1827	0.12
As (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0052	0.0054	0.15
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.005
Sb (Tot)	mg/L	0.0022	0.0022	0.0027	0.64
Ba (Tot)	mg/L	0.0116	0.0140	0.0111	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001
Tl (Tot)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0008
Pb (Tot)	mg/L	0.0045	0.0282	0.0074	0.0025

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.

(--) No indica

Interpretación: En la presente tabla se puede evidenciar los resultados del monitoreo efectuado a la calidad de agua superficial de la zona en estudio en el punto L-1 que corresponde a la Laguna al Sur de la Pta., de Beneficio de Minerales Oxidados., existiendo también parámetros que sobrepasan la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM) como son Nitrógeno total, Fósforo total, color verdadero, DBO y los Coliformes Fecales o Termotolerantes dándose en

algunos de los casos en los 3 meses de monitoreo (I trimestre) o algunos en solo 1 o 2 meses que fueron evaluados; como también encontrándose sobrepasando los metales totales del Zn y Pb en los meses de monitoreo, determinándose de esta manera que este recurso no presenta las características seguras de calidad de agua y que requiere de una atención determinada.

Tabla 7.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación MA - 1 - Aguas arriba de cabecera de la cuenca.

FECHA DE MUESTREO		23/01/2022	18/02/2022	12/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0.006	0.021	0.010	0.2
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	21.5	17.5	24.4	100
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	11.8	<2.0	3.2	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	1 100	2 400	-	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	330	790	110	1000-2000
DQO	mg/L O2	25.0	2.6	17.8	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	213.7	152.7	175.6	518
Conductividad Específica	uS/cm	672.0	558.0	569.0	2 500

Oxígeno Disuelto	mg/L	5.7	6.5	7.0	≥ 4
pH	Unidad de pH	8.02	8.13	7.96	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	21.8	11.8	11.50	Δ3
Li (Tot)	mg/L	0.0020	0.0021	0.0028	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.0784	0.3268	0.1716	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0017	<0.0005	<0.0005	0.1
Mn (Tot)	mg/L	0.3696	0.4590	0.3947	0.2
Co (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0004	<0.0002	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0016	<0.0004	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0228	0.1581	0.0497	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.2472	0.6760	0.4901	2
As (Tot)	mg/L	0.0063	0.0085	0.0125	0.1
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0005	<0.0002	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0005	0.0017	0.0014	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0217	0.0146	0.0156	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0088	0.0183	0.0095	0.05
Mg (Tot)	mg/L	8.9141	8.9540	8.5810	--
Fe (Tot)	mg/L	0.9116	4.0571	2.1741	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
 (--) No indica

Interpretación: En la presente tabla se puede evidenciar los resultados del monitoreo efectuado a la calidad de agua superficial de la zona en estudio en el punto MA - 1 que corresponde a Aguas arriba de cabecera de la cuenca, donde los parámetros evaluados no sobrepasan la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM), determinándose de esta manera que este recurso presenta las características seguras de calidad de agua.

Tabla 8.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación MA - 2 - Canal de recolección de aguas superficiales del Golf

FECHA DE MUESTREO		23/01/2022	18/02/2022	12/03/2022	D.S. N°
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	004-2017-MINAM
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0.006	0.014	0.010	0.2
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	19.3	15.9	12.4	100
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O ₂	11.0	3.3	2.2	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	490	79	-	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	79	79	240	1000/2000
DQO	mg/L O ₂	23.4	9.0	17.2	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	244.6	168.7	171.0	518
Conductividad Específica	uS/cm	508.0	512.0	427.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	9.7	8.9	6.5	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.76	7.65	8.17	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	26.5	13.2	12.50	Δ3
Li (Tot)	mg/L	0.0009	<0.0012	0.0028	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1

Al (Tot)	mg/L	0.0113	0.0084	0.0218	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0015	<0.0005	<0.0005	0.1
Mn (Tot)	mg/L	0.0239	0.0414	0.0228	0.2
Co (Tot)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.05
Ni (Tot)	mg/L	0.0023	0.0024	0.0006	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0079	0.0557	0.0028	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.0390	0.0662	0.0491	2
As (Tot)	mg/L	0.0036	0.0049	0.0065	0.1
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.02
Cd (Tot)	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0066	0.0068	0.0066	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0035	0.0031	0.0047	0.05
Mg (Tot)	mg/L	13.3909	10.3958	10.6409	--
Fe (Tot)	mg/L	0.1013	0.1786	0.0806	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
(--) No indica

Interpretación: La tabla 8 muestra los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial en el punto MA-2, correspondiente al Canal de recolección de aguas superficiales del Golf, en la zona de estudio. Según los datos presentados, los parámetros evaluados no superan los límites establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM.

Por lo tanto, se concluye que en el punto de monitoreo MA-2, el recurso hídrico del Canal de recolección de aguas superficiales del Golf cumple con las características seguras de calidad de agua según la normativa mencionada. Esto indica que, hasta la fecha del monitoreo, no se han detectado niveles preocupantes de contaminantes o sustancias que superen los estándares ambientales establecidos, lo que sugiere que el agua en este punto es considerada segura desde el punto de vista de calidad. Es importante continuar con el monitoreo regular

para asegurar que se mantenga dentro de los límites aceptables a lo largo del tiempo.

Tabla 9.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación E – 02 A (M-2), a 200 m, de la Planta de Neutralización

FECHA DE MUESTREO		29/01/2022	18/02/2022	16/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0.006	<0.006	<0.006	0.2
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	5.7	5.7	7.3	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	790	11	4.0	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	110	4.5	<1.8	1000 - 2000
DQO	mg/L O2	119.4	<1.0	<1.0	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	10.2	10.3	19.7	518
Conductividad Específica	uS/cm	1 329.0	367.0	3 060.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.2	6.6	7.1	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.49	7.22	6.63	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	12.8	11.4	13.40	Δ3
Li (Tot)	mg/L	<0.0012	0.0160	0.1050	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.4856	0.2652	0.4936	5

Cr (Tot)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.1
Mn (Tot)	mg/L	0.1981	15.8283	63.8181	0.2
Co (Tot)	mg/L	0.0006	0.0120	0.0125	0.05
Ni (Tot)	mg/L	0.0011	0.0117	0.0217	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.5075	0.0154	0.0257	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.0734	7.4512	21.6231	2
As (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0092	0.0113	0.1
Se (Tot)	mg/L	0.0005	0.0136	0.0029	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0003	0.0024	0.0710	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0156	0.0229	0.0444	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0076	0.0021	0.0595	0.05
Mg (Tot)	mg/L	3.6094	30.1598	206.5991	--
Fe (Tot)	mg/L	0.8888	20.3492	79.4815	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.

(--) No indica

Interpretación: La tabla 9 presenta los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial en el punto E-02A (M-2), correspondiente al Agua Residual ubicada a 200 metros de la Planta de Neutralización en la zona de estudio. Según los datos proporcionados, algunos parámetros exceden los límites establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM.

Específicamente, se destaca que la conductividad eléctrica supera los límites en el mes de marzo y que los metales totales, incluyendo Mn, Cu, Zn, Cd y Fe, también sobrepasan los límites permitidos durante los meses de monitoreo.

En consecuencia, se concluye que en el punto de monitoreo E-02A (M-2), el agua residual no cumple con las características muy seguras de calidad de agua según la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM. La presencia de parámetros que exceden los límites establecidos indica la necesidad de una atención inmediata y la implementación de acciones correctivas para abordar la contaminación y mejorar la calidad del agua en este sitio específico. Es esencial

tomar medidas efectivas para mitigar las fuentes de contaminación y garantizar la protección de la calidad del agua en esta área.

Tabla 10.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación E-02A-1, Río Ragra después del punto de vertimiento AR-3

FECHA DE MUESTREO		29/01/2022	18/02/2022	17/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	0.002	0.006	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	0.223	0.075	0.965	0.2
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	<0.5	<0.5	4.4	100
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	6.4	4.5	18.6	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	24 000	11	920	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	7 900	11	49	1000 - 2000
DQO	mg/L O2	22.1	209.4	254.9	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	30.3	17.3	40.0	518
Conductividad Específica	uS/cm	1 880.0	1 998.0	1 275.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.0	5.0	7.2	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.09	6.94	7.04	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	14.1	12.5	13.5	Δ3
Li (Tot)	mg/L	0.0761	0.1447	0.0327	2.5

B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	0.0002	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.7810	1.6773	0.7417	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0025	<0.0005	0.0017	0.1
Mn (Tot)	mg/L	3.5609	30.6036	7.7057	0.2
Co (Tot)	mg/L	0.0012	0.0022	0.0019	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0004	0.0005	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.1585	0.3991	0.1589	0.2
Zn (Tot)	mg/L	2.4835	4.1534	3.9977	2
As (Tot)	mg/L	0.1547	0.1470	0.0632	0.1
Se (Tot)	mg/L	0.0005	0.0086	<0.0002	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0059	0.0237	0.0063	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0759	0.0656	0.0315	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	1.0382	0.0437	0.0552	0.05
Mg (Tot)	mg/L	68.3865	147.3638	63.7157	--
Fe (Tot)	mg/L	21.0890	32.7338	20.2695	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
(--) No indica

Interpretación: Los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial en el punto E-02A-1, correspondiente al Río Ragra después del punto de vertimiento AR-3, revelan que varios parámetros exceden los límites establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM.

Los parámetros que sobrepasan la normativa incluyen S.A.A.M (Detergentes) en los meses de enero y marzo, DBO en el mes de marzo, y la presencia de Coliformes totales y coliformes termotolerantes en el mes de enero. Además, se identifica que los metales totales como Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe superan los límites permitidos durante los meses de monitoreo.

En consecuencia, se concluye que en el punto de monitoreo E-02A-1, el agua del Río Ragra no presenta las características muy seguras de calidad de agua según la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM. La presencia de diversos

contaminantes en niveles elevados indica la necesidad de una atención inmediata y la implementación de medidas correctivas para abordar la contaminación y mejorar la calidad del agua en este sitio específico. Es fundamental adoptar acciones eficaces para reducir las fuentes de contaminación y garantizar la protección del recurso hídrico en esta área.

Tabla 11.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación 2V, Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay

FECHA DE MUESTREO		29/01/2022	18/02/2022	16/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	0.014	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	0.061	<0.006	<0.006	0.2
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	3.9	2.5	9.6	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	790	79	34	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	790	110.0	17	1000 - 2000
DQO	mg/L O2	4.0	45.5	18.1	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	8.9	33.0	14.8	518
Conductividad Específica	uS/cm	122.3	89.9	128.0	2 500
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	6.2	8.6	6.1	≥ 4

pH	Unidad de pH	8.31	8.23	7.41	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	7.6	9.7	12.50	Δ3
Li (Tot)	mg/L	0.0206	0.0043	0.0014	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.6392	2.4662	0.2143	5
Cr (Tot)	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.0010	0.1
Mn (Tot)	mg/L	2.2233	3.3168	0.0673	0.2
Co (Tot)	mg/L	0.0009	0.0015	<0.0002	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0031	0.0016	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0845	0.3074	0.0587	0.2
Zn (Tot)	mg/L	1.5256	2.9884	0.0930	2
As (Tot)	mg/L	0.0267	0.1729	0.0036	0.1
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0011	<0.0002	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0038	0.0104	0.0174	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0231	0.1257	0.0213	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0342	2.2502	0.0150	0.05
Mg (Tot)	mg/L	38.1629	14.2209	2.9264	--
Fe (Tot)	mg/L	8.4551	24.8812	0.5192	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
(--) No indica

Interpretación: Como se puede evidenciar los resultados del monitoreo efectuado a la calidad de agua superficial de la zona en estudio en el punto 2V que corresponde al Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay (Canal de coronación izquierdo de la relavera Ocroyoc), aguas arriba del punto de vertimiento VCO-01, existiendo que los parámetros de metales totales sobrepasan la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM), como el Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe en los meses de monitoreo, observándose que casi los mismos metales sobrepasan a los demás puntos de monitoreo determinándose de esta manera que este recurso en el punto evaluado no presenta las características muy seguras de

calidad de agua y que requiere de una atención determinada en cuanto a la reducción de los metales presentes.

Tabla 12.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación 3DV, Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay (Canal de coronación izquierdo de la relavera Ocroyoc), aguas abajo del punto de vertimiento VCO-01.

FECHA DE MUESTREO		29/01/2022	18/02/2022	16/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	<0.20	<0.20	<0.20	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0.006	0.016	<0.006	0.2
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
DBO	mg/L O2	4.6	2.1	6.7	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	790	33	540	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	79	11.0	240	1000 - 2000
DQO	mg/L O2	23.4	8.4	15.4	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	9.6	11.5	15.5	518
Conductividad Específica	uS/cm	231.0	647.0	328.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.7	6.7	6.3	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.74	6.58	7.11	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	8.6	11.1	13.70	Δ3
Cloruro	mg/L	0.70	0.90	1.30	500
Fluoruro	mg/L	<0.05	1.26	0.10	1

Nitrito	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	10
Nitrato	mg/L	6.18	3.71	3.56	--
Nitratos(N-NO3)+Nitritos(N-NO2)	mg/L	1.394	0.837	0.830	100
Sulfato	mg/L	22.03	15.13	128.47	1 000
Li (Tot)	mg/L	<0.0012	0.0024	0.0060	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.0816	0.1491	0.1629	5
Cr (Tot)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.1
Mn (Tot)	mg/L	0.0660	0.0426	5.7775	0.2
Co (Tot)	mg/L	0.0002	<0.0002	0.0043	0.05
Ni (Tot)	mg/L	0.0006	<0.0004	0.0047	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.0379	0.0079	0.0435	0.2
Zn (Tot)	mg/L	0.0209	0.0487	2.3541	2
As (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0064	0.0060	0.1
Se (Tot)	mg/L	<0.0002	0.0053	0.0007	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0002	<0.0002	0.0014	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0127	0.0164	0.0203	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0073	<0.0002	0.0028	0.05
Mg (Tot)	mg/L	3.0883	3.0124	13.5287	--
Fe (Tot)	mg/L	0.2996	0.3192	1.7822	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
 (--) No indica

Interpretación: Los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial en el punto 3DV, correspondiente al Cauce de la descarga de la laguna Quilcamachay (Canal de coronación izquierdo de la relavera Ocroyoc), aguas abajo del punto de vertimiento VCO-01, indican que algunos parámetros superan los límites establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM. En particular, se destaca la presencia de fluoruro en el mes de febrero, así como niveles elevados de Mn y Zn en el mes de marzo, superando los límites permitidos por la normativa mencionada.

Estos resultados sugieren que el punto 3DV se encuentra en riesgo en términos de calidad del agua, y se recomienda identificar y tomar medidas pertinentes de prevención, reducción o eliminación de estos metales totales. Es esencial abordar estas preocupaciones para prevenir posibles impactos negativos en la salud ambiental y la calidad del agua en el área de estudio. La implementación de acciones correctivas y la supervisión continua son fundamentales para garantizar la protección adecuada de este recurso hídrico y mitigar los riesgos asociados.

Tabla 13.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación PC – 01, Río Ragra, aguas arriba del punto de vertimiento EO - 01.

FECHA DE MUESTREO		28/01/2022	18/02/2022	10/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
Aceites y Grasas	mg/L	27.0	3.5	20.4	5
Cianuro Wad	mg/L	47.0	22.1	41.4	0.1
Fenoles	mg/L	0.9	<0.20	0.9	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0.002	<0.002	<0.002	0.2
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	92.000	790	-	100
DBO	mg/L O2	2.9	3.0	6.0	15
Coliformes Totales	NMP/100ml	<0.0010	<0.0010	<0.0010	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	0.066	1.401	1.308	1000 - 2000
DQO	mg/L O2	<0.000011	<0.000011	<0.000011	40
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO3	<0.001	<0.001	<0.001	518
Conductividad Específica	uS/cm	1 703.0	1 655.0	1 389.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.6	6.1	6.1	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.77	7.71	7.49	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	12.6	10.9	11.8	Δ3

Cloruro	mg/L	12.90	14.50	10.70	500
Fluoruro	mg/L	<0.05	1.26	0.36	1
Nitrito	mg/L	0.15	0.08	<0.05	10
Nitrato	mg/L	1.40	<0.05	0.41	--
Nitratos(N-NO3)+Nitritos(N-NO2)	mg/L	0.361	0.080	0.092	100
Sulfato	mg/L	873.95	592.40	618.21	1 000
Li (Tot)	mg/L	0.0628	0.0554	0.0541	2.5
B (Tot)	mg/L	<0.0012	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.6676	2.5359	1.1197	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0015	0.0008	0.0006	0.1
Mn (Tot)	mg/L	3.5066	12.3259	10.1215	0.2
Co (Tot)	mg/L	0.0016	0.0035	0.0028	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	0.0039	0.0013	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.1751	0.5494	0.2754	0.2
Zn (Tot)	mg/L	2.2176	4.7908	5.0519	2
As (Tot)	mg/L	0.0600	0.1702	0.0894	0.1
Se (Tot)	mg/L	0.0010	0.0008	0.0005	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0051	0.0189	0.0123	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0348	0.0597	0.0310	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	0.0009	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0391	0.2033	0.0614	0.05
Mg (Tot)	mg/L	68.0401	64.3579	85.5210	--
Fe (Tot)	mg/L	13.5101	38.0942	28.0419	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido.
(--) No indica

Interpretación: Como se puede evidenciar los resultados del monitoreo efectuado a la calidad de agua superficial de la zona en estudio en el punto PC – 01 que corresponde al Río Ragra, aguas arriba del punto de vertimiento EO - 01, existiendo también muchos parámetros sobrepasando la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM) como Aceites y grasas, Cianuro Wad , presencia de fenoles, Bifenilos Policlorados (PCB), Pesticidas Carbamatos (Aldicarb) y

Coliformes fecales o termotolerantes en el mes de evaluación como la presencia de fluoruro en el mes de febrero, como también sobrepasando la presencia de los metales totales del Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe en los meses de monitoreo, donde nuevamente se aprecia la presencia en otros puntos de monitoreo coincidentemente, por tanto se determina que este recurso en el punto evaluado no presenta las características seguras de calidad de agua y que requiere de una atención determinada en cuanto a su reducción y/o eliminación con fines de no generar problemas de salud a la población de la zona.

Tabla 14.

Resultados del monitoreo de agua superficial - Estación PC – 02, Río Ragra, aguas abajo del punto de vertimiento EO - 01

FECHA DE MUESTREO		27/01/2022	18/02/2022	10/03/2022	D.S. N° 004-2017-MINAM
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	
DBO	mg/L O ₂	21.8	10.0	33.4	15
DQO	mg/L O ₂	41.9	24.1	63.7	40
Material Extractable en Hexano; Aceites y Grasas	mg/L	<0.9	<0.20	0.9	5
Cianuro Wad	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
Coliformes Totales	NMP/100ml	54 000	79	-	--
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	35 000	79	540	1000 - 2000
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	162.1	111.5	145.7	518
Color Verdadero	UCV escala Pt/Co	2.5	4.6	5.8	100
Fenoles	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.002
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	0.075	0.074	0.681	0.2

Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	<0.000011	<0.000011	<0.000011	0.04
Pesticidas Carbamatos (Aldicarb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	1
Conductividad Específica	uS/cm	3 040.0	2 980.0	2 560.0	2 500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.6	5.1	6.4	≥ 4
pH	Unidad de pH	7.98	7.81	7.92	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	11.8	8.4	11.6	Δ3
Cloruro	mg/L	31.30	18.10	25.10	500
Fluoruro	mg/L	<0.05	0.11	0.66	1
Nitrito	mg/L	0.19	0.46	0.06	10
Sulfato	mg/L	2 047.04	1 129.58	1 386.00	1 000
Li (Tot)	mg/L	0.1186	0.0749	0.1016	2.5
B (Tot)	mg/L	0.0114	<0.0012	<0.0012	1
Be (Tot)	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.1
Al (Tot)	mg/L	0.5305	1.0666	0.6650	5
Cr (Tot)	mg/L	0.0017	<0.0005	0.0008	0.1
Mn (Tot)	mg/L	23.3533	26.0134	31.9039	0.2
Co (Tot)	mg/L	0.0023	0.0026	0.0021	0.05
Ni (Tot)	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.2
Cu (Tot)	mg/L	0.1333	0.3790	0.1596	0.2
Zn (Tot)	mg/L	1.6496	2.4920	2.4402	2
As (Tot)	mg/L	0.0476	0.0797	0.0624	0.1
Se (Tot)	mg/L	0.0041	0.0007	0.0031	0.02
Cd (Tot)	mg/L	0.0063	0.0097	0.0071	0.01
Ba (Tot)	mg/L	0.0414	0.0358	0.0385	0.7
Hg (Tot)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001
Pb (Tot)	mg/L	0.0309	0.0397	0.0494	0.05
Mg (Tot)	mg/L	193.1085	140.0760	208.6522	--
Fe (Tot)	mg/L	9.7782	18.1555	14.4895	5

Fuente: Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. D1: Riego de vegetales. Agua para riego no restringido y Agua para riego restringido. (--) No indica

Interpretación: Los resultados del monitoreo de la calidad del agua superficial en el punto PC-02, correspondiente al Río Ragra aguas abajo del punto de vertimiento EO-01, se presentan en la tabla 14. Según los datos proporcionados, varios parámetros no cumplen con los estándares establecidos por la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM.

Los parámetros que exceden la normativa incluyen DBO, DQO y Coliformes fecales o termotolerantes en el mes de evaluación. Además, se destaca una alteración significativa en la conductividad específica durante los tres meses de monitoreo, así como la presencia de sulfatos en los meses de evaluación. También se observa que los metales totales, como Mn, Cu, Zn, Mg y Fe, superan los límites permitidos durante los meses de monitoreo.

En base a estos resultados, se concluye que en el punto de monitoreo PC-02, el agua del Río Ragra no cumple con las características seguras de calidad de agua según la normativa ambiental DS N° 004-2017-MINAM. La presencia de diversos contaminantes en niveles elevados indica la necesidad de una atención inmediata y la implementación de medidas correctivas para abordar la contaminación y mejorar la calidad del agua en este sitio específico. Es crucial tomar medidas efectivas para reducir y eliminar estos contaminantes y así evitar posibles problemas de salud para la población de la zona en estudio.

4.3. Prueba de Hipótesis

A la prueba de la hipótesis planteada en la investigación sobre el comportamiento de la calidad de agua superficial, en el área de influencia de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., se encuentran cumpliendo los dispositivos legales

ambientales del sector minero. Al respecto se rechaza dicho planteamiento al verificar el incumplimiento de la D.S. No. 004-2017-MINAN.

En los resultados realizados se pudo comprobar que hay varios puntos de monitoreo que muestran niveles de un parámetro contaminante por encima de las normativas ambientales. Estos puntos son E-214, E-215, L-1, E-02A-1, PC-01 y PC-02. Es crucial abordar estos problemas para garantizar la calidad del agua. Se sugiere examinar si la causa es una infiltración o un problema temporal puntual, y se recomienda una revisión y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua. Esta acción es esencial para prevenir posibles riesgos para la salud de los habitantes de la zona en estudio. (Carbotécnia, 2021).

Se analizaron varios puntos de monitoreo para evaluar la calidad del agua superficial, centrándose en los metales totales. Los resultados revelaron que, en diversos puntos, los niveles de metales totales superaron los límites establecidos por la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM). Específicamente, en el punto E-214, se encontraron niveles elevados de Mn, Cu, As, Hg, Pb y Fe en febrero y marzo; en el punto E-215, se detectaron elevaciones en Mn, Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb y Fe durante los tres meses de monitoreo; y así sucesivamente en otros puntos de muestreo.

Estos resultados indican que la presencia de estos metales totales es consistente en varios puntos, lo que se sugiere que el recurso de agua no cumple con los estándares seguros de calidad. En consecuencia, se concluye que se requiere atención inmediata para reducir o eliminar estos contaminantes y evitar posibles problemas de salud tanto para la población como para el medio ambiente en la zona estudiada. La implementación de medidas para abordar estos niveles

elevados de metales totales es crucial para garantizar la seguridad y la salud de la comunidad y el entorno local. (Carbotécnia, 2021).

4.4. **Discusión de Resultados**

La presencia de **detergentes en el agua** nos refiere estudios acerca del tema, que el poder contaminante de los detergentes se manifiesta en la flora acuática inhibiendo el proceso de fotosíntesis, lo cual origina la muerte de la flora y la fauna acuática. A los peces les produce lesiones en las branquias, dificultándoles la respiración, llegando a provocar su muerte. Según la Agencia Química Europea, hace referencia a cerca de uno de los componentes de los detergentes que son las isothiazolinonas, que son biocidas que está catalogada como tóxica según este organismo, así mismo indica que puede ser tóxica por inhalación, por ingestión y por contacto con la piel, y puede causar quemaduras cutáneas severas y daño a los ojos, reacciones cutáneas alérgicas, y es muy tóxica para la vida acuática con efectos muy duraderos. (Rutina sustentable, 2023)

Por tanto, tener sumo cuidado al respecto ya que este parámetro S.A.A.M (Detergentes) se presentó en el punto de monitoreo PC – 02, Río Ragra, aguas abajo del punto de vertimiento EO – 01 en el mes de marzo, no cumpliendo la normativa ambiental correspondiente.

Las **bacterias coliformes totales**, incluyen las bacterias que se encuentran en el suelo, en el agua que ha sido contaminada por el agua superficial y en los desechos humanos o animales. (Carbotécnia, 2021)

Los coliformes fecales, las bacterias coliformes fecales son la familia de coliformes que están presentes específicamente en el intestino y por lo tanto pasan a las heces de los animales de sangre caliente. La Escherichia coli (E. coli) es la principal especie del grupo de coliformes fecales. De los cinco grupos generales

de bacterias que componen los coliformes totales, sólo la E. coli no se encuentra generalmente creciendo y reproduciéndose en el medio ambiente. Por consiguiente, se considera que E. coli es la especie de bacteria coliforme que es el mejor indicador de la contaminación fecal y de la posible presencia de patógenos. Las enfermedades que pueden provocar las bacterias coliformes son:

- Gastrointestinales que causan diarreas y vomito.
- La disentería (flujo de sangre) es un padecimiento inflamatorio del intestino (gastroenteritis), especialmente del colon, que produce diarrea grave que contiene moco o sangre en las heces.
- Virus que causan polio y hepatitis. (Carbotécnia, 2021)

Si las bacterias coliformes están presentes en el agua que bebe o utiliza, su riesgo de contraer una enfermedad transmitida por el agua aumenta. Aunque los coliformes totales pueden provenir de otras fuentes que no sean la materia fecal, una muestra positiva de coliformes totales debe considerarse una indicación de contaminación. (Carbotécnia, 2021)

Por tanto, según los resultados obtenidos hay varios puntos de monitoreo que muestran la presencia de este parámetro contaminante sobrepasando la normativa ambiental para el caso y son: punto E-214(214), E-215(215), L- 1, E-02A-1, PC – 01 y PC – 02, los cuales deben ser atendidos en busca de soluciones ya que puede ser necesario intensificar el cuidado del sistema actual de tratamiento de agua, pero es importante revisar si hay alguna infiltración o es un problema temporal puntual, por lo que se recomienda una revisión y mantenimiento del sistema de tratamiento. (Carbotécnia, 2021) Y de esta manera poder evitar posibles consecuencias a la salud de los pobladores de la zona en estudio.

La definición de **metales pesados** referida específicamente a su toxicidad, son aquellos que, en pequeñas dosis pueden alterar funciones biológicas y causar efectos nocivos para la salud humana, y el medio ambiente (Jara et al, 2017). Los metales pesados son considerados elementos potencialmente peligrosos debido a sus características no biodegradables, capaces de bioacumularse en organismos generando efectos letales para los seres vivos, y el medio ambiente. Si bien es cierto, los metales pesados se encuentran naturalmente en la corteza terrestre, éstos pueden representar un tóxico potencial cuando las concentraciones de metales pesados exceden los límites admisibles por entes reguladoras (Trujillo et al, 2020). (Meléndez, 2022)

Una vez que los metales pesados ingresan al entorno acuático inicia una alteración de funciones químico-biológicas que permiten la distribución de los metales pesados en los sedimentos de aguas superficiales y como consecuencia son absorbidos por la fauna marinas ingresando a la cadena alimenticia (Sonone et al, 2020; Briffa et al, 2020). Debido a lo anterior, los metales pesados representan una amenaza para la seguridad ambiental y la salud de diversos organismos, incluyendo la vida humana, debido a su alta toxicidad, su resistencia ante condiciones ambientales, y su capacidad biológica para no biodegradarse mediante reacciones químicas o mecanismos fisiológicos (Ayangbenro y Babalola, 2017).

Por tanto, en el presente estudio se obtuvieron resultados de los parámetros evaluados a la calidad de agua superficial, donde en varios puntos los metales totales estuvieron sobrepasando la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM) los cuales son: punto E-214(214) los metales Mn., Cu, As, Hg, Pb y Fe en los meses de febrero y marzo, punto E-215 (215) los metales Mn., Cu,

Zn, As, Cd, Hg, Pb y Fe en los 3 meses de monitoreo, punto L -1 el metal Zn y Pb en los meses de monitoreo, punto E – 02 A (M-2) los metales totales del Mn, Cu, Zn, Cd y Fe en los meses de monitoreo, punto E – 02A-1 los metales totales del Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe en los meses de monitoreo, punto 2V los metales Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe en los meses de monitoreo, punto 3DV el metal total Mn y Zn en el mes de marzo, punto PC – 01 metales totales del Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe en los meses de monitoreo y el punto PC – 02 en los metales totales Mn, Cu, Zn, Mg y Fe en los meses de monitoreo, demostrándose la presencia de estos mismos metales totales coincidentemente, por tanto se determina que este recurso no presentan las características seguras de calidad de agua y que requiere de una atención determinada en cuanto a su reducción y/o eliminación con la finalidad de no generar problemas de salud a la población y al medio ambiente de la zona en estudio.

Es así que cada metal y cada elemento químico contaminante tienen un mecanismo de acción y un lugar de acumulación preferido. El más conocido es el plomo que afecta varios sistemas, por ejemplo, en el sistema nervioso llega a dañar a las neuronas especialmente las del cerebro. El plomo afecta también a la médula ósea y otro lugar donde es frecuente encontrarlo es el riñón, específicamente en sistema tubular de las nefronas, Otro metal pesado es el cadmio que también afecta al riñón y otro que no es exactamente un metal, pero es un contaminante es el arsénico que tienen efecto directo en las mitocondrias. Los daños en sí son muy diversos dependiendo de cada metal, pero en general se puede decir que hay lesión celular. La intoxicación por plomo puede simular otras enfermedades, como por ejemplo la esclerosis, que es una enfermedad incurable muy complicada en cuanto a sus síntomas, y la intoxicación por plomo puede

simular y afectar al sistema nervioso con la misma sintomatología, como parestesias, parestias, fatiga, etc., y puede producir en general una disfunción, luego algo importante del plomo es que se lo ha relacionado últimamente con la generación de conductas antisociales, y también hay una relación con retardo mental y pérdida de habilidades cognitivas. En cuanto al riñón, los metales pesados a la larga van a producir daño renal que puede llegar hasta una insuficiencia renal. (Romero, 2009)

De lo mencionado anteriormente se puede deducir las graves consecuencias que conllevan las altas concentraciones de los metales totales presentes en el agua superficial y uso por parte de la población, por ello es indispensable un monitoreo constante y mantenimiento y vigilancia del sistema de tratamiento para evitar las repercusiones en contra de la población y del medio ambiente y dar cumplimiento a la normativa ambiental.

La **conductividad eléctrica** es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua de consumo, cuya monitorización permite conocer las características y los cambios en la mineralización del agua. Se considera un parámetro de confort, sin embargo, superar los valores paramétricos de conductividad puede afectar negativamente al sabor del agua y potenciar problemas en las instalaciones asociados al agua dura, corrosiva o incrustante. Cada agua natural tiene una conductividad que la caracteriza, pero la presencia elevada de las concentraciones de sólidos disueltos puede dar lugar a sabores desagradables. Por el contrario, un agua excesivamente blanda tampoco tiene buen sabor.

Otro problema que puede indicar la conductividad es una excesiva dureza del agua. El agua dura o agua calcárea es aquella que contiene un alto nivel de

minerales disueltos, especialmente sales de calcio y magnesio por litro de agua. Las aguas duras se comportan como incrustantes, al precipitar carbonato cálcico y otras sustancias que se adhieren a las paredes internas de equipos e instalaciones, dificultando el mantenimiento de los equipos de tratamiento de aguas y de los electrodomésticos de limpieza domésticos o industriales. (Higiene ambiental, 2023)

De lo mencionado líneas arriba acerca de la **conductividad** podemos deducir entonces en base a nuestros resultados de este parámetro, es que debe de ser controlado constantemente para identificar variaciones que causen el mal sabor del agua, influir de manera negativa en las instalaciones del sistema de tratamiento actual de la zona y es en los puntos donde se menciona a continuación tomar esta consideración, punto E-215(215), E – 02 A (M-2) y PC – 02, donde se obtuvieron valores sobre la normativa ambiental en los meses de monitoreo.

El Nitrógeno Total y Fósforo Total son nutrientes naturales presentes en los ecosistemas acuáticos. El nitrógeno también es el elemento más abundante en el aire que respiramos. El nitrógeno y el fósforo ayudan al crecimiento de algas y plantas acuáticas, que brindan comida y un hábitat a peces, moluscos y organismos más pequeños que viven en el agua. El exceso de nitrógeno y fósforo en el agua hace que el alga crezca tan rápido que los ecosistemas no pueden lidiar con esa cantidad. Un aumento significativo en la cantidad de alga deteriora la calidad del agua, los alimentos y los hábitats, y reduce el oxígeno que los peces y otras especies acuáticas necesitan para vivir. Las proliferaciones de alga son llamadas florecimientos y pueden reducir en gran medida o eliminar el oxígeno presente en el agua. Como consecuencia, los peces se enferman y muchos de ellos mueren. Algunos florecimientos de algas son perjudiciales para los humanos, ya

que producen cantidades elevadas de toxinas y crecimiento bacteriano. (EPA, 2023)

Entonces a raíz de conocer a cerca de la presencia alterada de los parámetros Nitrógeno y Fosforo en el agua superficial es indispensable un control continuo para identificar un problema que muchas veces se puede detectar a simple vista y que puede acarrear serios problemas a la salud, medio ambiente e inclusive a la economía del país y se debe en ese caso tener a la mira el punto donde se presentó un alto valor de estos parámetros y que es el punto L- 1.

El color, uno de los parámetros organolépticos que indican la calidad del agua de consumo humano, está relacionado con las sustancias disueltas y las partículas en suspensión que contiene. La medición del color es importante para conocer el nivel de materia orgánica natural que hay en el agua, ya que su presencia es un factor de riesgo de generación de subproductos nocivos de la desinfección del agua, como, por ejemplo, los trihalometanos. El color es, junto con la turbidez, el olor y el sabor, una de las características que nos habla de la calidad del agua. Así, el color es uno de los parámetros organolépticos incluidos en el RD140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, como obligatorio en el análisis, de control, completo y de grifo, del agua de consumo. El color verdadero es el que depende solamente del agua y las sustancias disueltas en ella, mientras que el color aparente incluiría también las partículas en suspensión. Estas últimas son las responsables de la turbidez del agua. (Higiene ambiental, 2019)

Entonces según los resultados obtenidos se presenta solo en el punto L – 1 los valores del parámetro de color verdadero por encima de la normativa ambiental en los 3 meses de monitoreo, lo que hace suponer la existencia de

ácidos húmicos y fúlvicos que están dando la coloración del agua que son los principales precursores de la formación de los subproductos de la desinfección (SPD) del agua con cloro.

La DBO5 es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Su incremento provoca la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, creando condiciones de “anoxia” que dañan a las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos. La demanda química de oxígeno (DQO) se utiliza como indicador de la presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales. (Semarnat, 2013 – 2014)

En el agua un alto contenido de **DBO, TOC o DQO**, demanda un alto consumo de oxígeno impidiendo su generación normal, matando así la vida acuática por asfixia. Habitualmente estos valores son utilizados como índices de contaminación: cuanto mayor sea su concentración más contaminada estará el agua. (Baires analítica, 2023)

Entonces según los resultados obtenidos podemos demostrar que existen varios puntos de monitoreo que exceden estos parámetros y es en el punto L -1 en el mes de enero, E-02A-1 en el mes de marzo, PC – 02 en el mes de enero y marzo, lo que determina la presencia de contaminación y carencia de calidad de agua y que requiere de un mejor manejo en la planta de tratamiento.

La zona en estudio por ser una zona altamente minera producto de sus actividades genera ciertos disturbios en el medio ambiente y de especial importancia al recurso hídrico lo que conlleva a repercusiones en la salud de la población, deterioro del medio ambiente por las altas concentraciones de contaminantes, que se pueden identificar mediante el monitoreo de la calidad de sus aguas, que son instrumentos importantes de detección que comparándolos con

la normativa ambiental podemos determinar su grado de cumplimiento a favor de la población y del medio de la zona en estudio.

CONCLUSIONES

El presente estudio llegó a las siguientes conclusiones:

- La calidad del agua superficial supera en muchos de los parámetros evaluados de los estándares de calidad ambiental por influencia de las descargas directas y sin tratamiento de las aguas residuales domésticas de las poblaciones de San Juan, Yanacancha, Tingo Palca, Paragsha, José Carlos Mariátegui, Chaupimarca, como también de las actividades propias de la empresa minera Óxidos de Pasco S.A.C. en su planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados, considerándose entonces por la magnitud de la presencia de contaminación en la zona de carecer dicho recurso hídrico de calidad de sus aguas, por tanto, no se encuentra cumpliendo con la normativa ambiental vigente y encontrándose en riesgo de generar daños a la salud y deterioro del medio ambiente.
- En el caso de las aguas, toda contaminación supondrá, indefectiblemente, la degradación y pérdida de calidad, que será mayor o menor, dependiendo del uso al que se destine el agua.
- Respecto al parámetro S.A.A.M (Detergentes) se presentó en el punto de monitoreo PC – 02, Río Ragra, aguas abajo del punto de vertimiento EO – 01 en el mes de marzo, no cumpliendo la normativa ambiental correspondiente.
- Concerniente a los parámetros de Coliformes fecales o termotolerantes y coliformes totales, según los resultados obtenidos hay varios puntos de monitoreo que muestran la presencia de este parámetro contaminante sobrepasando la normativa ambiental para el caso y son los puntos E-214(214), E-215(215), L- 1, E-02A-1, PC – 01 y PC – 02, los cuales deben ser atendidos en busca de soluciones ya que puede ser necesario intensificar el cuidado del sistema actual de tratamiento de agua, pero es importante revisar si hay alguna infiltración o determinar si es un problema temporal

puntual. Este parámetro por ser un indicativo importante de la calidad de agua debe tener una mayor importancia, determinándose que la presencia alterada de este parámetro indica contaminación por tanto carece es recurso de calidad.

- Los resultados de los parámetros evaluados a la calidad de agua superficial, presentaron la presencia de los metales totales los cuales se encuentran sobrepasando la normativa ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM) en los puntos E-214(214) los metales Mn., Cu, As, Hg, Pb y Fe, punto E-215 (215) los metales Mn., Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb y Fe, punto L-1 el metal Zn y Pb, punto E- 02 A (M-2) los metales totales del Mn, Cu, Zn, Cd y Fe, punto E – 02A-1 los metales totales Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe, punto 2V los metales Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe, punto 3DV el metal total Mn y Zn, punto PC – 01 metales totales Mn, Cu, Zn, As, Cd, Pb y Fe y el punto PC – 02 los metales totales Mn, Cu, Zn, Mg y Fe, por tanto se determina que este recurso no presenta las características seguras de calidad de agua y que requiere de una atención determinada en cuanto a su reducción y/o eliminación con la finalidad de no generar problemas de salud a la población y al medio ambiente de la zona en estudio.
- Acerca de la conductividad se deduce en base a los resultados, que debe de ser controlado constantemente para identificar variaciones que causen el mal sabor del agua, e influir de manera negativa en las instalaciones del sistema de tratamiento actual de la zona y que es en los siguientes puntos donde deberá tomarse en consideración E-215(215), E – 02 A (M-2) y PC – 02, porque es donde se obtuvieron valores sobrepasando la normativa ambiental.
- Según los resultados obtenidos podemos demostrar que existen varios puntos de monitoreo que exceden el DBO y DQO (punto L -1, E-02A-1 y PC – 02), lo que

determina la presencia de contaminación y carencia de calidad de agua y que requiere de un mejor manejo en la planta de tratamiento.

- Se concluye según el monitoreo efectuado y los resultados obtenidos que la calidad de agua superficial de la zona de estudio de la calidad del agua presenta una serie de contaminantes que ponen en riesgo a la población y el área en estudio, por deficiencias en el sistema de tratamiento actual, los cuales deberán de ser solucionadas para lograr gestión sostenible de los recursos hídricos de la provincia de Pasco.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades competentes en materia ambiental tanto nacionales, regionales y locales tener en consideración que las consecuencias que provocan las aguas contaminadas deberían ser una prioridad para los gobiernos: la desaparición de la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos, la alteración de la cadena alimentaria, la aparición de enfermedades por beber o utilizar agua contaminada y la mortalidad infantil, entre otras.
- Se recomienda a la empresa Óxidos de Pasco S.A.C. que continúe con los monitoreos de forma continua ya que es un instrumento verídico del comportamiento del agua en la zona de estudio, para poder realizar acciones preventivas, mitigadoras y/o reductoras de los contaminantes con la finalidad de lograr calidad del agua y favorecer el desarrollo socio ambiental y sanitario de la zona.
- Se recomienda continuar estudios similares que fortalezcan las iniciativas emprendidas y así poder mejorar las acciones preventivas o mitigadoras frente a los resultados negativos encontrados a favor del medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (Autoridad Nacional del Agua) (2016) Estándares de Calidad Ambiental. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-de-diciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/>
- APHA, AWWA, WEF Standard Methods for the Examination of Water and. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and wastewater 22nd edition. Washington: American Public Health Association.
- APHA, AWWA & WPCF (2000). Método normalizado para el análisis de aguas potables y residuales. Edición Díaz de Santos, S.A. España. (p. 1143)
- Aquae Fundación ¿Cuál es la calidad perfecta del agua? Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/>
- Baires analítica (2023) Los parámetros más importantes en la caracterización del agua. Disponible en: <https://www.bairesanalitica.com/dbo-demanda-bioquimica-de-oxigeno-dqo-demanda-quimica-de-oxigeno---news--5-11#:~:text=En%20el%20agua%20un%20alto,m%C3%A1s%20contaminada%20estar%C3%A1%20el%20agua>
- Brack Egg, A; Mendiola Vargas, C. 2012. Ecología del Perú. Perú. Editorial Bruño.
- Cama, D. & Huasco, M. (2019) Evaluación de la calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable de Villa Rica – Oxapampa. Universidad Peruana Unión. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2942>

- Carbotécnica (2021) Bacterias coliformes en el agua potable. Disponible en: <https://www.carbotecnica.info/aprendizaje/desinfeccion/bacterias-coliformes-en-el-agua-potable/>
- Condori, P. (2020). Niveles de investigación. Curso Taller. Disponible en: <https://www.aacademica.org/cporfirio/17>
- EPA (2023) Contaminación por nutrientes. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/contaminacion-por-nutrientes#:~:text=El%20exceso%20de%20nitr%C3%B3geno%20en,pueden%20lidiar%20con%20esa%20cantidad>
- García, R. (2019) Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en el anexo de Cantarizú, Provincia de Oxapampa y Región Pasco – 2019. UNDAC – Pasco. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1664>
- Gobierno de España. Minería y Explosivos. España. Disponible en: <https://energia.gob.es/mineria/Paginas/Index.aspx#:~:text=Por%20miner%C3%ADa%20se%20conoce%20la,forma%20que%20sea%20econ%C3%B3micamente%20rentable.>
- Gherzi, C., Lovece, G., & Weingarten, C. (2004). Daños al ecosistema y al medio ambiente. Buenos Aires: Editorial Astrea.
- Higiene ambiental (2023) Qué nos dice la conductividad sobre la calidad del agua de consumo. Disponible en: <https://higieneambiental.com/conductividad-y-calidad-del-agua-potable#:~:text=Se%20considera%20un%20par%C3%A1metro%20de,agua%20dura%2C%20corrosiva%20o%20incrustante.>

Higiene ambiental (2019) Color del agua, parámetro indicador de calidad. Disponible en:

<https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad#:~:text=El%20color%20verdadero%20es%20el,de%20la%20turbidez%20del%20agua>

Jara, E., Gómez, J., Montoya, H., Sánchez, T., Tapia, L., Cano, N., y Dextre, A. (2017).

Acumulación de metales pesados en *Calamagrostis rigida* (Kunth) Trin. ex Steud.(Poaceae) y *Myriophyllum quitense* Kunth (Haloragaceae) evaluadas en cuatro humedales altoandinos del Perú. *Arnaldoa*. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S241332992017000200010&script=sci_arttext

Julca, k. (2018) Evaluación de los impactos ambientales generados por el funcionamiento

de la planta complementaria de beneficio de minerales Oxidados en el distrito de Simón Bolívar de Rancas perteneciente a Vólcan compañía minera S.A.

Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND_d3ba3064570a18ff192768e7562d7ead

Laura, J. (2019) Gestión de la calidad del agua del Rio Chili mediante el empleo de

índices físico químicos de calidad ambiental, Arequipa. Disponible en:

<https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Search/Results?lookfor=Gesti%C3%B3n+de+la+calidad+del+agua+del+Rio+Chili+mediante+el+empleo+de+%C3%A1ndices+f%C3%ADsico+qu%C3%ADmicos+de+calidad+ambiental%2C+Arequipa&type=AllFields>

López, M.; Lacayo, M. & Dávila, A. (2020) Evaluación de la calidad físico-química de

las aguas subterráneas y superficiales de la zona minera de Santo Domingo –

Chontales. Nicaragua. Disponible en:

<https://revistatorreonuniversitario.unan.edu.ni/index.php/torreon/article/view/324/617>

Loayza, R. (2015) III Conferencia Académica: Extenso – daños ambientales de la minería en el Perú: ¿Qué hacer con ellos? Disponible en:

<http://www.metasbicentenario.consorcio.edu.pe/mineria-y-ambiente/extenso-danos-ambientales-de-la-mineria-en-el-peru-que-hacer-con-ellos/#:~:text=Uno%20de%20los%20casos%20m%C3%A1s%20resaltantes%20por%20el,y%20sedimentos%2C%20r%C3%ADos%20y%20lagunas%2C%20y%20la%20atm%C3%B3sfera>

Manrique, P. (2018) Caracterización Físico-Química y Microbiológica de la microcuenca del Río Huallaga entre las localidades de Paríamarca y Salcachupán – Pasco – 2018. Tesis de Grado UNDAC. Disponible en:

http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1389/1/T026_72975446_T.pdf

MINAM (2015) Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Disponible en:

<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-015-2015-minam/>

Ministerio de Minas y Energía (2009) R.M. N° 243-2009-MEM/DM. Disponible en:

https://minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=1&idLegislacion=4995

Meléndez, P. (2022) Contaminación de metales pesados en aguas: Potencial tóxico para su salud y el medio ambiente. Blog TSI Life Science. Disponible en:

[https://tecnosolucionescr.net/blog/626-contaminacion-de-metales-pesados-en-aguas-potencial-toxico-para-su-salud-y-el-medio-ambiente#:~:text=Una%20vez%20que%20los%20metales,\(Sonone%20et%20al%2C%202020%3B](https://tecnosolucionescr.net/blog/626-contaminacion-de-metales-pesados-en-aguas-potencial-toxico-para-su-salud-y-el-medio-ambiente#:~:text=Una%20vez%20que%20los%20metales,(Sonone%20et%20al%2C%202020%3B)

- Mosquera, L. (2016) Evaluación exploratoria de la calidad del agua del río San Juan en el municipio de Tadó, Chocó, por el impacto que causan los vertimientos mineros. Colombia. Disponible en: https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12746/2953/1/Lina_Mosquera_2016.pdf.pdf
- OEFA (2021) Factores que influyen en el establecimiento de Límites Máximos Permisibles para garantizar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental en Agua. Proyecto de investigación / Innovación para la fiscalización ambiental. Disponible en: https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/160/Grupo%201_Flores%20Contreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OEFA (2002) Límite Máximo Permissible (LMP) DS N° 003-2002-PRODUCE. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=3675#:~:text=a.,Su%20cumplimiento%20es%20exigible%20legalmente
- OMS (2010). “Guía sobre los requisitos de las practicas adecuadas de fabricación”. Segunda parte. “validación”. Ginebra. Disponible en: https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PPP-FINAL%20CD.pdf
- ONU (2014) Calidad de agua. Disponible en: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml#:~:text=Por%20o%20general%2C%20la%20calidad,calidad%20del%20agua%20o%20est%20C3%A1ndares.>
- PNUMA, ERCE, UNESCO. (2008) Water Quality for Ecosystems and Human Health. 2ª edición.

- Pardo, V. (2018) Calidad de agua de consumo humano en la fuente de abastecimiento y su influencia en la salud de la población del centro poblado San Antonio de Ñauza, distrito de Conchamarca, provincia de Ambo - mayo-julio 2018. Universidad de Huánuco.
- Paz, E. (2016) Impacto geoambiental generado por la minería en el área circunscrita al río San Juan- provincia de Pasco departamento de Pasco, Arequipa. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3020>
- Romero, K. (2009) Contaminación por metales pesados. Revista científica ciencia médica. Entrevista. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332009000100013#:~:text=En%20concreto%20las%20medidas%20sanitarias,metales%20pesados%2C%20y%20otras%20parecidas
- Rutina sustentable (2023) Detergentes: ¿Qué efectos tienen en nuestra salud y en los ecosistemas? Disponible en: <https://www.rutinasustentable.cl/blog/detergentes-son-sus-componentes-compatibles-con-nuestra-salud#:~:text=El%20poder%20contaminante%20de%20los,llegando%20a%20provocar%20su%20muerte>
- Semarnat (2013 – 2014) Agua: Calidad. Disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_1.html#:~:text=La%20DBO5%20es%20un,biol%C3%B3gicas%20de%20los%20ecosistemas%20acu%C3%A1ticos
- Toledo, A. (2011) Ensayo: El agua entre letras, tiempo y pensamiento, acercamientos para un diálogo acerca del Agua. ANA. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/el_agua_entre_letras_0_7.pdf

- Torres, R. (2017) 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. PUCP. Disponible en: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9874/TORRES_PORTILLA_A_PROPOSITO_DEL PRINCIPIO DE GRADUALIDAD ANALISIS DEL PROCESO DE ADECUACION DE LOS ESTANDARES NACIONALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Trujillo, A. T., Manchola, L. V. C., y Santofimio, E. M. J. (2020). Metales en suelos productores de arroz del distrito juncal, Huila–Colombia. Suelos Ecuatoriales, 50(1y2), 1-12. DOI: 10.47864/SE (50)2020p1-12_121
- UNACH (2018) Manual de ética en la investigación. Disponible en: https://www.unach.edu.ec/images/reglamentos/Manuales/2019/manual%20de%20etica_de_la_investigacio%CC%81n.pdf
- USMP (2013) Importancia del agua. Disponible en: <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Universidad Jaime Bausate y Meza (2016) Código de ética para la investigación. Disponible en: <https://bausate.edu.pe/wp-content/uploads/2021/04/CODIGO-ETICA-PARA-INVESTIGACION.pdf>
- Vásquez, A. (2018) Evaluación de la calidad del agua y vertimiento de efluentes industriales en la Subcuenca del Rio San Juan, 2006-2016, Cerro De Pasco. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNF_83ba544f8f27b476f0a2012ce2539f31/Description#tabnav

- Villarreal, M. (2016) Calidad de agua del Río San Juan, en el departamento de Pasco, Universidad Nacional Federico Villareal. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/1570>
- Vólcan (2020) Acerca de Vólcan. Disponible en: <https://www.volcan.com.pe/nosotros/>
- Vólcan - Óxidos de Pasco (2020) Disponible en: <https://www.volcan.com.pe/operaciones/mineria/oxidados-de-pasco/>
- Vólcan (2022) Informe de calidad de agua I Trimestre - Óxidos de Pasco S.A.C. Planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados.
- Wieland, P. (2017). Introducción al derecho ambiental. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Zarsa, L. (2023) Qué es la contaminación del agua. IAGUA. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>

ANEXOS

ANEXO I

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

10

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

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

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precísese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificarán considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

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 antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- 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	**	**

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
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₁ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroforno	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodoclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,002	0,002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
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	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁴

(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 (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO₂-N), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO₂).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{\text{CADibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{\text{CABromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{E_{\text{CABromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

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

Nota 1:

- 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.

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	**
Níquel	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.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(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 (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

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

Nota 3:

- 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.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃).

Fuente: Ministerio del Ambiente/ SINIA (2017) / Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

ANEXO II

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p style="text-align: center;">Problema general</p> <p>¿Cuál es el comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022?</p> <p style="text-align: center;">Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el comportamiento de la calidad físico – química del agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales 	<p style="text-align: center;">Objetivo general</p> <p>Identificar y determinar el comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar y establecer el comportamiento de la calidad físico – química del agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales 	<p style="text-align: center;">Hipótesis general</p> <p>El comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C., se encuentran cumpliendo los dispositivos legales ambientales del sector minero.</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El comportamiento de la calidad físico – química del agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C. es adecuada y buena. • Los instrumentos normativos y guías peruanas vigentes ayudaran a verificar el grado de cumplimiento del monitoreo de la calidad de agua 	<p style="text-align: center;">Variable Dependiente</p> <p>Para el cumplimiento de los dispositivos legales ambientales del sector minero – 2022</p> <p style="text-align: center;">Variable Independiente</p> <p>Comportamiento de la calidad de agua superficial, de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.</p>	<p style="text-align: center;">Nivel de investigación</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>El tipo de investigación de acuerdo al fin que persigue es básico y de acuerdo al diseño es descriptivo - explicativo, porque se describirán los hechos tal como ocurren interrelacionándolos ambas variables del estudio, es decir que los resultados del monitoreo que se recopilarán de la calidad de agua superficial de la zona de estudio, después serán comparadas con la normativa ambiental en busca de su comportamiento para determinar su grado de cumplimiento a las normas ambientales vigentes (ECA para agua).</p> <p style="text-align: center;">Características de la investigación</p> <p>La presente como característica primordial es que es una investigación no experimental del tipo descriptivo.</p> <p>El estudio es Procedimental, ya que sigue un proceso, iniciándose con una idea de la</p>

<p>oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué instrumentos normativos y guías peruanas vigentes ayudaran a verificar el grado de cumplimiento del monitoreo de la calidad de agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.? • ¿Los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua superficial de la zona de estudio de la provincia y región Pasco, estarán cumpliendo con los LMP de calidad de agua de acuerdo a las normativas vigentes? 	<p>oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer los instrumentos normativos y guías peruanas vigentes que ayudaran a verificar el grado de cumplimiento del monitoreo de la calidad de agua superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C. • Interpretar y comparar los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua superficial de la zona de estudio, de acuerdo a los LMP de calidad de agua y normativas vigentes para tal caso. 	<p>superficial de la planta complementaria para el beneficio de minerales oxidados de la empresa Óxidos de Pasco S.A.C.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua superficial de la zona de estudio, están cumpliendo con los LMP de calidad de agua de acuerdo a las normativas vigentes (ECA). 		<p>problemática presentada, para continuar con una premisa y llegar finalmente a una meta o producto final,</p> <p>Es Sistemática, porque sigue un orden o un sistema.</p> <p>Estructurada porque cada parte de esta investigación está relacionada entre sí. (Zita, A. 2022)</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>El estudio utilizó el diseño no experimental, descriptivo correlacional, por las siguientes razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es no experimental porque estudia una situación dada sin manipular las variables de estudio tal como se presentan, de esta manera no se alterarán los comportamientos. - Es descriptivo correlacional, porque luego de describir las variables de estudio y habiéndose recolectado los datos, la evaluación y el análisis estuvo centrado a determinar el grado de calidad del agua superficial según el comportamiento que presentó en base a ciertos parámetros físicos - químicos.
--	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

ANEXO III
PANEL FOTOGRÁFICO
OXIDOS DE PASCO S.A.C.



