

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Evaluación de la calidad de agua vertida de la minera Pozo Rico-Yanahuanca- Pasco, 2021”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: Bonilla Espinoza, Kely Rosmery

ASESORA: Encarnación Baltazar, Zelmira Ilaria

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70541278

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42840254

Grado/Título: Maestra en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2688-8269

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Riveros Agüero, Elmer	Maestro en administración y gerencia en salud	28298517	0000-0003-3729-5423
3	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405

H



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:05 horas del día 15 del mes de marzo del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Presidente)

Mg. Elmer Riveros Agüero (Secretario)

Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 553-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA VERTIDA DE LA MINERA POZO-RICO - YANAHUANCA - PASCO 2021"

.....", presentado por el (la) Bachiller Kely Rosmery Bonilla Espinoza, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) aprobada por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de bueno (Art. 47)

Siendo las 11:40 horas del día 15 del mes de marzo del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas
ORCID: 0000-0002-5114-4114
Presidente

Mg. Elmer Riveros Agüero
ORCID: 0000-0003-3729-5423
Secretario

Mg. Frank Erick Cámara Llanos
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: KELLY ROSMERY BONILLA ESPINOZA, de la investigación titulada "Evaluación de la calidad de agua vertida de la minera Pozo Rico-Yanahuanca- Pasco, 2021", con asesor(a) ZELMIRA ILARIA ENCARNACIÓN BALTAZAR, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 394-2021-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 13 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 24 de febrero de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

12. BONILLA ESPINOZA Kely Rosmery.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	4%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.bonsaimenorca.com Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico esta tesis A. DIOS, a mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos en todo momento de mi vida. A mis hermanas, a mis colegas de trabajo y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

AGRADECIMIENTO

Durante el desarrollo de la etapa de observación y análisis de nuestro proyecto, fue necesario el desplazamiento de todo nuestro equipo de trabajo hasta una zona considerada como muestra; cabe recalcar que, con respecto a los costos, este fue proveída por la empresa donde venía laborando en ese momento.

Cada elemento y material con el que contaba durante el viaje, había sido de la empresa en que se contrató por parte del cliente, para la toma de muestras para poder evaluar algunos desvíos, asimismo, agradezco a mis padres por el soporte que me dieron en todo este proyecto. Por permitirme a mí continuar en mi proceso de formación hacia el éxito.

Gracias a Dios y al esfuerzo de mis padres, todo lo demás fue excelente, y culminamos nuestra labor, obteniendo la evaluación de calidad de vertimiento del agua de la unidad minera pozo rico.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
TABLA DE GRÁFICOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6.1. VIABILIDAD EN RECURSOS TEÓRICOS.....	17
1.6.2. VIABILIDAD EN RECURSOS FINANCIERO.....	17
1.6.3. VIABILIDAD EN RECURSOS ÉTICOS.....	17
1.6.4. VIABILIDAD EN RECURSOS METODOLÓGICOS.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1. CALIDAD DE AGUAS.....	24

2.2.2.	CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	25
2.2.3.	CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS BIOLÓGICOS	26
2.3.	DIFINICIONES CONCEPTUALES	30
2.3.1.	CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS FÍSICO.....	30
2.3.2.	CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS QUÍMICO	33
2.3.3.	CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS...	40
2.3.4.	AGUAS RESIDUALES	41
2.3.5.	INSTITUCIONES DEL ESTADO QUE GESTIONAN LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	44
2.3.6.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	45
2.4.	SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	46
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	46
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECIFICA.....	47
2.5.	SISTEMA DE VARIABLES	47
2.5.1.	VARIABLE DE ESTUDIO	47
2.5.2.	VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN.....	47
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	49
CAPÍTULO III		50
MARCO METODOLÓGICO		50
3.1.	TIPO DE ESTUDIO	50
3.1.1.	ENFOQUE.....	50
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	50
3.1.3.	DISEÑO.....	50
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.3.1.	TÉCNICAS	51
3.3.2.	INSTRUMENTOS.....	51
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	52
3.4.1.	TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	52
3.4.2.	TÉCNICAS DE LABORATORIO	53
3.5.	TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	53
3.5.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	54

CAPÍTULO IV	55
RESULTADOS	55
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	55
4.2. ANALISIS INFERENCIAL.....	59
CAPITULO V	63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros físicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	55
Tabla 2 Parámetros químicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	56
Tabla 3 Parámetros microbiológicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	58
Tabla 4 Parámetros físicos según ECA de la categoría I del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	59
Tabla 5 Parámetros físicos según ECA de la categoría III del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	59
Tabla 6 Parámetros químicos según ECA de la categoría I del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	60
Tabla 7 Parámetros químicos según ECA de la categoría III del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	61
Tabla 8 Parámetros microbiológicos según ECA de la categoría III del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	61
Tabla 9 Calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	62

TABLA DE GRÁFICOS

Figura 1 Parámetros físicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	55
Figura 2 Parámetros químicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	57
Figura 3 Parámetros microbiológicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021	58

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el índice de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021. Esta investigación utilizó una técnica cuantitativa y fue observacional, prospectiva, transversal y descriptiva. Finalmente, encontramos que, de acuerdo con ECA I y III, el potencial de oxígeno disuelto y las características físicas del hidrógeno se encuentran dentro del rango normal. Se encuentran dentro del rango típico de ECA I y III para los siguientes parámetros químicos: plomo, arsénico, hierro, cadmio, cromo, mercurio, zinc, cobre, fósforo, sólidos disueltos totales, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, cloruros y sulfatos. Del mismo modo, los coliformes fecales cumplen con el ECA de la categoría III. Siendo estos parámetros significativos con un p-valor $< 0,05$. Llegando a la conclusión que el índice de calidad del agua vertida es adecuado.

Palabras claves: Evaluación, calidad, agua, minera, pozo.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the quality index of water discharged from the Pozo Rico mining company in the province of Yanahuanca, department of Pasco, 2021. Being a quantitatively-driven descriptive research that is both observational and prospective. Obtaining as a result, that the physical parameters of hydrogen and dissolved oxygen potential are within the normal parameter according to ECA I and III. Regarding the chemical parameters of lead, arsenic, iron, cadmium, chromium, mercury, zinc, copper, phosphorus, total dissolved solids, oils and greases, chemical oxygen demand, chlorides and sulfates, they are within the normal parameters of the ECA. . I and III. Similarly, fecal coliforms meet the category III ECA. These parameters being significant with a p-value < 0.05. Reaching the conclusion that the quality index of the discharged water is adequate.

Keywords: Evaluation, quality, water, mining, well.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua se ha convertido en una preocupación importante para las naciones del mundo, particularmente en Perú; La degradación ambiental, el cambio climático y otros problemas causados por la actividad humana, en particular la minería, afectarán a las generaciones futuras y alterarán el modo de vida de las personas. Las expectativas generacionales pondrían un límite a la cantidad de agua potable usada.

Dado que el agua es fundamental para la supervivencia humana, limitar su contaminación es la primera línea de defensa contra las crisis de salud pública derivadas de sistemas inadecuados de agua en los hogares. Proveer; provocar un cambio en las características físico-químicas microbiológicas del abastecimiento de agua, lo que regulará los riesgos sanitarios presentes en el agua, lo que comprende el riesgo de portar contaminantes causantes de enfermedades en humanos y animales.

Para ello se ha realizado un estudio con el objetivo de poder determinar el índice de calidad del agua para la evaluación de las descargas de la Empresa Minera Pozo Rico en la provincia de Yanahuanca, Pasco, en el año 2021, para que a través de la Se pueden proponer hallazgos, estrategias, medidas, intervenciones y programas ambientales, encaminados a la obtención de un sistema de abastecimiento de agua con saneamiento óptimo en las zonas rurales del país.

En este sentido, este estudio se divide en seis capítulos. La primera parte incluye preguntas de investigación, objetivos, justificación, limitaciones y factibilidad.

El capítulo 2 presenta el marco teórico, incluidos los antecedentes de la pregunta de investigación, la base teórica que sustenta el tema, las definiciones de los conceptos, los supuestos, las variables y su operacionalización.

El Capítulo 3 consta de todos los métodos de investigación, como tipos de estudio, métodos de investigación, población y muestras, técnicas de análisis y recopilación de datos.

El Capítulo 4 presenta los resultados obtenidos en la encuesta y su respectiva validación de las hipótesis, y el Capítulo 5 muestra una discusión de los resultados. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones se presentan en el Capítulo 6, también se incluye una bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Perú es una nación con mucho potencial minero. Tiene 1.159.557 hectáreas de tierra productiva y la minería utiliza alrededor de 207 MMC de agua al año $6,6\text{m}^3/\text{s}$. Es importante tratar el 22% de las aguas residuales. La política nacional actual del Perú incluye salvaguardias adicionales contra la contaminación de la vida, la flora y la fauna acuáticas. Además de garantizar que el proceso de extracción sea ecológicamente benigno en un lugar determinado, estos esfuerzos también garantizan que los contaminantes generados estén dentro de límites máximos permitidos establecidos por las regulaciones nacionales e internacionales. (Pulcha y Valencia, 2019).

Según la OMS, *Escherichia coli* se puede utilizar como indicador de contaminación fecal para determinar el riesgo de agua contaminada. La determinación de los riesgos permite la propuesta e implementación de medidas sanitarias y de salud pública encaminada a proveer agua limpia así como segura para el consumo humano (Chakravarty et al., 2017).

Un componente esencial de los sistemas de purificación de agua e hidratación potable es la regulación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. El uso o reutilización humana del agua plantea la mayor amenaza por parte de agentes biológicos como bacterias patógenas, helmintos, protozoos y enterovirus (Asano et al., 2012). Los microorganismos intestinales, incluidos virus y bacterias, representan una gran amenaza para la salud pública en su conjunto debido a sus bajas dosis infecciosas y su extrema resistencia a las medidas de desinfección y control. El costo es prohibitivo en un laboratorio (de Souza et al., 2018).

La vía fecal-oral representa gran parte de los casos de transmisión de microbios, particularmente cuando se consume agua contaminada (Organización Mundial de la Salud, 2009). El contacto directo con el virus a través del tacto, la piel o las membranas mucosas es otro método clave de

infección, al igual que la inhalación de pequeñas gotas durante actividades recreativas (Organización Mundial de la Salud, 2018).

El riesgo de infección por patógenos en agua contaminada aumenta con el nivel de exposición por contacto en casos de transmisión por contacto. Las enfermedades infecciosas pueden transmitirse durante la natación y el buceo de varias maneras, incluso a través del contacto con la piel y las membranas mucosas, la inhalación involuntaria o incluso la ingestión de agua, y situaciones similares.(Organización Mundial de la Salud, 2008).

La esquistosomiasis es una de las enfermedades asociadas a esta transmisión. La enfermedad se manifiesta cuando las fases larvianas de los parásitos *Schistosoma* están presentes en el agua y se infiltran en la piel del individuo, dando lugar a una infección intestinal, hepática o del tracto urinario, según la especie infectante (Han et al., 2009).

Además, la inhalación de gotas de agua con amebas de vida libre de los géneros *Naegleria* y *Acanthamoeba* se asocia con enfermedades mortales graves, incluidas meningitis y meningoencefalitis (Heggie, 2010).

Alternativamente, varios estudios han demostrado que los individuos que viven cerca de arroyos de descarga minera muy contaminados tienen más probabilidades de padecer otras enfermedades infecciosas (Santillán et al., 2002).

Por estas razones decidí realizar este estudio, cuyo objetivo es encontrar un índice de evaluación de la calidad del agua de descarga de la minera Pozo Rico al río Blanco, siendo que el agua de este valle es usada no sólo por los humanos sino también por las plantas y animales.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de la evaluación de la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021?
- ¿Cuáles son los parámetros químicos de la evaluación de la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021?
- ¿Cuáles son los parámetros físicos de la evaluación de la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el índice de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros microbiológicos de la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.
- Determinar los parámetros químicos de la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.
- Determinar los parámetros físicos de la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los ecosistemas saludables contribuye significativamente a las necesidades hídricas de la sociedad regulando las inundaciones, recargando

los acuíferos, estabilizando las riberas de los ríos, previniendo la erosión, purificando el agua y protegiendo la biodiversidad. En este planeta es un ingrediente finito cuya capacidad infinita se ve mermada por la contaminación y la sobreexplotación, amenazando el ciclo de la vida. Sin embargo, los escenarios previstos para el futuro próximo no se acercan a una imagen objetiva de un mundo equilibrado, renovable y sostenible. La mitad de la población mundial obtiene agua potable de fuentes subterráneas y el 43 por ciento del agua usada para la agricultura también proviene de fuentes subterráneas. Los suministros de agua subterránea son la única fuente fiable de agua potable para 2.500 millones de individuos en todo el mundo. Como se señala en (Connor, 2015), se proyecta que para el año 2030, bajo un escenario climático donde todo siga igual, el mundo deberá enfrentar un 40% de escasez mundial de agua. La sobreexplotación de casi el 20% de los acuíferos del mundo ha provocado importantes problemas, incluida la intrusión marina. La población mundial está ampliando su necesidad de agua dulce debido a factores como el incremento de la población urbana, una mayor industrialización, una mayor producción y mayores tasas de consumo (80 millones de personas cada año). El uso ineficiente del agua agota los acuíferos, reduce el caudal de los ríos, destruye el hábitat de las especies y saliniza el 20% de las tierras agrícolas irrigadas del mundo. El sector agrícola extrae el 70% del agua dulce del mundo.

Los acuíferos enfrentan riesgos crecientes de contaminación debido al crecimiento industrial y a prácticas agrícolas y mineras inadecuadamente controladas, principalmente debido a nitratos, metales pesados, compuestos orgánicos y sales coloreadas. La idoneidad y sostenibilidad de las medidas de conservación deben considerarse a la luz de estos factores, que incluyen la creciente demanda de agua, la mejora continua de la calidad del agua y la clara reducción de este recurso vital. La protección de las aguas subterráneas es una parte importante de la política medioambiental de la UE: (i) Dado que contribuyen a la calidad del lecho de muchos ríos, tienen el potencial de influir en la calidad del agua superficial, (ii) actúan como amortiguadores en épocas de sequía y (iii) son esenciales para la protección de los humedales (UE, 2006) Cuando están contaminados es más difícil restaurar su calidad original cuando

es viejo, y esta situación puede durar décadas. Debido a su uso generalizado en la purificación del agua, la fabricación y la agricultura, la exposición prolongada plantea riesgos para la salud humana y dificulta la eficiencia.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones identificadas en el estudio no contemplan ningún tipo de financiación. Todos los costos correrán a cargo de los investigadores.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD EN RECURSOS TEÓRICOS

El estudio es teóricamente posible, porque establece una base teórica y filosófica basándose en una amplia gama de fuentes primarias y secundarias.

1.6.2. VIABILIDAD EN RECURSOS FINANCIERO

El estudio es económicamente factible, por lo tanto, los investigadores tendrán que pagar la factura de los costos operativos del estudio anterior.

1.6.3. VIABILIDAD EN RECURSOS ÉTICOS

La presente indagatoria respetará al involucrado; y su acción, idea, costumbre, valor y creencia. Se considerará estas pautas:

- El principio de benevolencia.
- No modifique los principios.
- El principio de autonomía.
- Principios éticos de la justicia.

1.6.4. VIABILIDAD EN RECURSOS METODOLÓGICOS

El apoyo metodológico así como estadístico será brindado por el director de tesis y 3 jurados designados por la Universidad de Huánuco.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Peñaloza, (2019). Argentina. Calidades bacteriológicas de aguas de tambos de Tandil. En una empresa que se especializa en las producciones de leches, es crucial estimar las importancias de aguas. Sus relevancias están relacionadas con 3 aspectos bases: el agua como factores que afectan la salud y nutriciones animales, como elementos higiénicos en la instalación lechera y el agua como factores de saludes de la población rural relevante. La experiencia y los estudios sugieren utilizar agua potable para una producción efectiva, pero no existe una regulación para la calidad del agua que consumen los animales. El propósito fue analizar las calidades bacteriológicas de muestra de agua y demostrar los impactos de estas en las explotaciones lecheras. Se tomaron muestras de agua de catorce fincas del partido de Tandil, Buenos Aires, entre abril y septiembre de 2017. Pozo de campo y vivienda para el personal. El análisis bacteriológico se realizó en los Laboratorios de Microbiologías Clínicas y Experimentales según con C.A.A No. 982. Se halló que 65,22% de muestra no era apta para los consumos. Como no apto para consumos, 20% se debe a NMP de coliforme total, 11% a las presencias de E. coli y 67% restantes a unas combinaciones de parámetro evaluado. Con respecto a los parámetros evaluados de forma individual, unas muestras presentaron recuento de mesófilo alto, 13 muestras presentan valor de coliforme superior al permitido, 11 muestras documentan las presencias de E. coli y unas muestras observaron las presencias de Pseudomonas aeruginosa. Concluye que grandes porcentajes de la empresa utiliza agua que no son aptas para beber, siendo las contaminaciones fecales una principal razón.

Miranda-Sanguino et al. (2016), Colombia. Evaluaciones de las calidades de agua potables por indicador fisicoquímico y microbiológico del río Algodonal. Se toma muestra simple y completa para evaluar parámetro fisicoquímico, parámetro de pesticida y parámetro microbiológico. El hallazgo fisicoquímico no muestra concentración superior a la máxima permitida por las normativas. Las contaminaciones mineralizadas y las contaminaciones por materias orgánicas no determinan en las estaciones de evaluaciones. En la estación E1 y E2, durante el período de bajas precipitaciones, los impactos de sólido en suspensiones son pequeños. Concluyó, en el tramo evaluado, los nacimientos de río Algodonal son aptos para las depuraciones rutinarias. Sin embargo, limitan el propósito de entretenimientos por las exposiciones primarias.

Mite et al., (2016). Ecuador. "Calidad del agua para consumo humano en un estado del Ecuador". Buscaron evaluar la calidad del agua potable en el estado Quevedo de la Provincia de Los Ríos del Ecuador. Los métodos consistieron en evaluar el parámetro físico, químico así como microbiológico de agua en 9 estaciones de bombeos de EPMAPAQ durante la época de lluvias y sequías. El hallazgo se comparó con el valor de referencias estipulado en las normativas según norma de calidades para agua de consumos humanos y usos domésticos. Entre el hallazgo se determinó unas correlaciones estadísticas entre los índices de calidades de agua y el parámetro, utilizando las pruebas t de Student con unas significaciones estadísticas de $p = 0.05$ entre 2 temporadas. Parámetro: nitritos, nitratos, turbideces, sólido total disuelto, pH, durezas totales, colores y hierros estuvo en el límite aceptable de calidades ambiental. Durante las temporadas de lluvia, el valor de manganeso y oxígenos disueltos excedió el límite máximo permisible para TULSMA así como para coliformes fecales. Concluye que la mayoría de los parámetros difieren significativamente entre las dos temporadas. El agua en el estado de Quevedo está levemente contaminada y necesita ser purificada antes de beberla.

Guzmán et al., (2015). Colombia. Las correlaciones entre el número de enfermedades y muertes en Colombia y la calidad del agua que consume la gente. Contenido y procedimientp. Las bases de dato de monitoreos de las calidades de agua utilizan método estadístico descriptivo para analizar la característica del principal indicador de las calidades de agua. El hallazgo se asoció con las mortalidades y morbilidades infantiles por enfermedades diarreicas agudas, enfermedad transmitida por el alimento y hepatitis A. Se desarrolló mapa de riesgos para conocer ciudad con altos riesgos de contaminaciones de agua y mortalidades infantiles. Resultados. Se encontraron que el valor de aguas potables en grandes partes de la ciudad no cumplía con el estándar vigente, se identificó problema relacionado con E. coli, coliforme total y deficiencia en cloros libres, que era más grave en la zona rural. Las calidades de agua tuvieron unas mayores correlaciones con las mortalidades infantiles, lo que confirman sus importancias para las saludes de las poblaciones infantiles. En conclusiones. La calidad del agua afecta significativamente la mortalidad infantil, por lo que la intervención gubernamental en los sistemas de distribución de agua del país es esencial. Para mejorar la salud pública mediante una mejor calidad del agua, es esencial fortalecer los sistemas de vigilancia de la salud ambiental.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Maldonado, (2019) Lima. Evaluación del impacto de la descarga de agua del Túnel Gratón en la calidad del agua del Río Rímac en el Distrito de San Mateo. El Túnel Gratón tiene una longitud de 11,7 kilómetros y abastece de agua subterránea al río Rímac, posiblemente desde la fuente de agua transportada desde las cuencas de ríos Mantaro a las cuencas de ríos Rímac. A través de la falla geológica entre los dos. En los recorridos de su agua, la empresa minera El Quenual y CIA Minera Casapalca está autorizada por la Agencia Nacional del Agua para descargar agua de sus pasos subterráneos, donde realizan trabajos de extracción de minerales. Además de estas aguas, sus corredores están

sujetos a la infiltración de agua subterránea a través de falla geológica, la cual es canalizada para evitar las inundaciones de los corredores y, la misma forma, drenadas a los Túneles de Graton previo tratamiento preventivo. Autorizar el vertido de esta agua en los Túneles Graton fueron los motivos por el cual se evaluó los impactos de esta agua en sus receptores, los ríos Rímac. La descarga de agua de Túneles Gratón es 5 m³ anual, por tanto, autoridad como SEDAPAL considera importante el agua de Túnel Gratón para mantener los caudales de ríos Rímac durante las épocas secas. El agua del Túnel Gratón afecta directamente a las poblaciones de las provincias de Huarochirí, especialmente a sus distritos de San Mateo. Independientemente del consumo de agua potable en el río Rímac, su encargado de calidades son remunerados y supervisados por entidad competente como SUNASS. Los sectores ganaderos y agrícolas muchas veces no invierten en el tratamiento antes de usarlo, exponiendo plantas y animales a la bioacumulación de sustancias como los metales pesados, lo que es nocivo no solamente para ellos, también para las personas que termina comiéndolos. Ante estas situaciones, fueron necesarios realizar evaluaciones de impactos de agua de Túneles Gratón en las calidades de agua de ríos Rímac. Por tanto, se seleccionaron los parámetros de control para evaluar las calidades de agua de ríos Rímac por usar los Protocolos de Monitoreos de Calidades de Agua Superficial. Dado el limitado número de parámetros de control establecidos por la ANA, se decidió analizar otro parámetro, como el metal pesado, y con base a la característica del subsuelo del agua de túneles de Graton, el principal anión y catión. Comparar el hallazgo con las normatividades vigentes: Normas de Calidades de Agua, tal como lo establecen las limitaciones de uso del agua dispuestas por el Decreto Supremo N° 004-2018-MINAM. La observación del parámetro evaluado permite evaluar la calidad del agua del río Rímac luego de su salida del Túnel Gratón.

Pulcha y Valencia, (2019) Evaluación del uso de humedales construidos para degradar contaminantes ecotóxicos en aguas residuales mineras. La investigación evaluó los métodos de tratamientos

de agua residual disponible, para los cuales se analizó el parámetro requerido para los diseños y se estableció unos sistemas artificiales de flujos de aguas subterráneas. Además, la especie de planta *Schoenoplectus californicus* y *lacustris* se probaron como componentes de humedales construidos. Así, se construye unos humedales pilotos con material filtrante y la especie vegetal antes mencionada. El nivel de concentración se redujo en varios puntos porcentuales después de tratar aguas residuales que contenían cobre, zinc y plomo en nuestro prototipo de humedal creado. Luego examinamos si el agua tratada cumple con los límites de descarga exigidos por ley. Se realiza un análisis de costo-beneficio para evaluar la viabilidad de esta tecnología de tratamiento para operaciones mineras pequeñas y medianas, así como para las comunidades adyacentes que requieren agua de ciertos estándares de calidad.

Chaiña, (2020). Puno. Factor socioeconómico, ambiental y abastecimientos de aguas en centros de agua densamente poblado de distritos de Pilcuyo. Buscó evaluar la situación actual del uso doméstico del agua. Se ha planteado una hipótesis: los factores socioeconómicos y ambientales influye de distintas maneras en las situaciones de abastecimiento de aguas en el centro de acceso de distritos de Percuyo de las regiones Puno. Se desarrollaron mediante el método cuantitativo, utilizando técnicas de encuesta y cuestionarios estructurados y valoraciones económicas. Asimismo, se realizaron utilizando métodos de valoraciones utilizando el modelo de regresiones logit y probit; y las disposiciones a pagar se estimó usando el econométricos Limdep 8.0. El hallazgo dedujo que el factor social y económico fue independiente al acceso de las aguas tratadas para consumos humanos, salvo por las variables relacionadas con el estado civil. Se determinó que el estado civil fue dominante para el 45.2% de los jefes de hogar que estaban casados y el 35,7% vivían en pareja. Juntos representan el 80,9% de los jefes de hogar. La disposición a pagar promedio por S/ mediante un modelo de probabilidad de Logit y Probit. 4.7398 soles, con una población estimada de 152 y un total de S/. 720.4496 Valor agregado en

soles, equivalente a \$. \$255,464, estimados como contribuciones voluntarias de residentes de centros densamente poblados, para financiar las implementaciones de planes de manejo de aguas potables; el hallazgo de análisis físicos, químicos y microbiológicos mostraron que 37,5% del pozo domiciliario se encontraba en 0 ml del valor de límite máximo permisible, apto para consumos humanos, 62,5% del pozo no era apto.

Aparicio et al., (2015). Huaraz. Indicadores de Calidad de Suministro de Agua para el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en Zonas Rurales de Paria - Willcawain - Centro Poblado de Huaraz. Buscaron determinar las calidades y los riesgos de agua de consumos humanos en los sistemas de abastecimientos en los ámbitos rurales de Centros Poblados de Paria – Willcawain – Huaraz. El tipo de estudio fue aplicado nivel explicativos, prospectivos, transversales, no experimentales. La región de estudio estuvo conformada por Paria, así como los Centros Poblacionales Willcawain donde se evaluaron un total de 33 grifos domiciliarios y 5 cuencas hidrográficas que incluían manantiales. Los componentes microbiológicos, parasitológicos, organolépticos y químicos fueron procesados utilizando las normas nacionales e internacionales vigentes en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo – Huaraz. Al igual que el índice del Consejo Canadiense, también se utilizó el Índice de Calidad del Agua desarrollado en EE. UU., Reino Unido, India y Canadá. El indicador clave mostró una mejora positiva donde los grifos registraron: ICABrown = 74.50, ICADinius = 62.80, ICALawder mnp = 67.40, ICALawder anp = 78.60 ICATyson = 55.80, ICASwamee = 34.10, ICACCME = 64.20. Para las cuencas: ICABrown = 73,20, ICADinius = 61,30, ICALawder mnp = 66,50, ICALawder anp = 77,90, ICATyson = 54,80, ICASwamee = 36,20, ICACCME = 64,90. Los resultados muestran que ha habido un aumento de la contaminación que ha ido disminuyendo la calidad general del agua. Se deben aplicar métodos de tratamiento adecuados para garantizar su seguridad para el consumo humano.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Valdivia Martel, (2017). Calidades de agua domiciliaria en niños de 0 a 5 años con enfermedad diarreica aguda del municipio de Pachachupan, Distrito de Chinchao, provincias de Huánuco. Los resultados muestran que las aguas domésticas distribuidas en las zonas de estudios no son aptas para consumos humanos, ya sean en las cuencas de captaciones de la quebrada tullca, embalse o conexión domiciliaria; los números de caso de enfermedad diarreica aguda en las muestras estudiadas en los centros poblados de Pachachupán, observó que ningunos episodios de enfermedades diarreicas agudas alcanzaron los mayores porcentajes 44,4%, seguidos de unos episodios de enfermedades diarreicas agudas 38,9% y 2 o más episodio de enfermedades diarreicas 16,7%; analizando las relaciones entre las calidades de agua y la enfermedad diarreica aguda, se encontró que eran cuantitativamente débiles en comparación con Los resultados son estadísticamente significativos cuando existe una gran asociación positiva entre el potencial de hidrógeno y el color. Con base en los resultados, podemos confirmar nuestra hipótesis de estudio y decir que la asociación es estadísticamente significativa.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CALIDAD DE AGUAS

Estos conocimientos son vitales para todo aquel que usa agua en el hogar y la industria donde la calidad del agua puede causar daño grave a la salud del consumidor o del equipo industrial. El trabajo se evalúa el principal factor que determina las calidades de agua para consumos humanos y la industria como bases para un estudio más profundo. (Palomino et al., 2018).

Las calidades de agua no son criterios totalmente objetivos, sino que están socialmente definidos y dependen de usos a los que se destinen los líquidos, por tanto, los usos requieren unos determinados estándares de calidades. Por tanto, para evaluar las calidades de agua,

se deben ubicar en los contextos de usos posibles. Así, ejemplo, el estándar de calidades de agua aptas para los consumos humanos difiere del parámetro de calidades requerido para agua de la laguna. (Altamirano Medina & Terreros Lazo, 2018).

Es por esto que podemos definir las calidades de aguas como estados, caracterizados por sus composiciones fisicoquímicas y biológicas, en el cual no es perjudicial para la vida, depende de sus disponibilidades biológicas. Por lo tanto, se dice que las aguas de buenas calidades es libre de contaminante, es decir, que no contiene ningún tipo de elemento o energía que afecte negativamente a la vida. Las calidades de aguas también se determina por algún análisis cuantitativo en los laboratorios, como el pH, el sólido total, turbidez y determinación de coliformes. (Palomino et al., 2018).

2.2.2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua como recurso natural escaso esencial para la humanidad y la sostenibilidad del ambiente, y su deterioro es alarmante debido a rápidos desarrollos humanos y económicos y su uso inadecuado como medio de eliminación. Varios Durante una década, gran cantidad de sustancia bioactiva sintetizado para sus usos en las agriculturas, las industrias, las medicinas, etc. ha sido vertido al ambiente considerar la posible consecuencia. A problemas de las contaminaciones, que empezó a notarse a principio de siglo XIX, cabe añadir los problemas de las escaseces de recursos, es de magnitudes alarmantes debido a cambios climáticos y las crecientes desertificaciones que sufre el planeta. (Jacobo-Marín & León, 2021).

El agua potable es una necesidad básica; aunque, los accesos a ellas siguen siendo un desafío para las comunidades en un país en desarrollo. Las contaminaciones de agua por patógeno sigue siendo unas fuentes importante de enfermedad en este país; grandes poblaciones también enfrentan una creciente contaminación química por

uso agroquímico, actividad industrial y fuente doméstica. (Jacobo-Marín y León, 2021).

El agua sufre numerosas contaminaciones, entre ellos:

Contaminaciones químicas: producto químico como metal, solvente, pesticida, herbicida, producto industrial como el agente de limpieza, aceite y combustibles puede acumularse.

Contaminación microbiana: Un gran número de microorganismos patógenos puede contaminarla. Algunas enfermedades, como cólera y malaria, se originan por ella.

Contaminante que agota el oxígeno: Excesivo material biodegradable.

Contaminantes acuáticos que agotan el oxígeno: Exceso de material biodegradable.

Materia suspendida y materia inmiscible

2.2.3. CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS BIOLÓGICOS

Este parámetro indica contaminaciones orgánicas y biológicas; tanto las actividades naturales como las humanas provocan la contaminación orgánica del agua: descomposición animal y vegetal, desecho doméstico, detergente, etc.

Estas contaminaciones son más difíciles de controlar que las contaminaciones químicas o físicas y debe ser constantemente regulada.

2.2.3.1. DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO)

Mide las cantidades de oxígenos consumidos para eliminar las materias orgánicas de agua a través de proceso biológico aeróbico, generalmente denominado consumo de 5 días (DBO5),

también de uso común pero menos 21 días (DBO21). Se miden en ppm de O2 consumido.

El agua subterránea normalmente contiene menos de 1 ppm, y los niveles más altos indican contaminación por filtración sumergida. En aguas superficiales, varía ampliamente, dependiendo de la fuente de contaminación aguas arriba. Sus concentraciones en las aguas residuales domésticas varían de 100 a 350 ppm. La concentración en aguas industriales usadas para procesos como la elaboración de aceite, vino o alimentos puede alcanzar miles de partes por millón.

2.2.3.2. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Mide la capacidad de consumir oxidantes químicos, dicromatos, permanganatos, etc. Se compone de materia orgánica total y sustancias inorgánicas oxidables. Es un parámetro más rápido que el anterior porque se mide casi instantáneamente y se miden en ppm de O2.

El rango para agua pura es de 1 a 5 partes por millón. La concentración típica de aguas residuales de los hogares está entre 260 y 600 partes por millón.

Existe un indicador que indica el tipo de emisión agua arriba donde se está analizando, son las relaciones (DBO/DQO), si son menores a 0.2, la emisión es inorgánica, si son mayores a 0, 6 significa que hay una emisión orgánica aguas arriba.

2.2.3.3. CARBÓN ORGÁNICO TOTAL

Son medidas de las cantidades de materias orgánicas en el agua. Está especialmente indicado para baja concentración. Los carbonos orgánicos se oxidan con el dióxido de carbono en presencias de unos catalizadores; recientemente se ha vuelto popular debido a la velocidad a la que se pueden realizar los análisis.

2.2.3.4. MICROORGANISMOS RECOMENDADOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA

Son enumerados una selección de microorganismos que han sido identificados por diversos trabajos como marcadores potenciales de la calidad del agua, particularmente en lo que respecta a problemas de salud (Ríos et al., 2017).

❖ BACTERIAS COLIFORMES TOTALES

Pertenece a los Enterobacteriaceae, es bacilo Gram-negativo, facultativamente anaerobio, no forma espora, fermenta lactosa a 35° C, produce gas y ácidos lácticos después de 1 a 2 días de incubación, y pueden poseer beta-galactosidasa activa. Constituyen alrededor del 10 por ciento de los microbios intestinales en humanos y otros animales (Asociación Estadounidense de Salud Pública, 2012). No necesariamente representan una amenaza grave para la salud humana, prevalecen en abundancia en el medio ambiente (incluidos los suministros de agua, las plantas y el suelo) y no siempre están relacionados con la contaminación fecal. Se consideran signos de deterioro de las masas de agua. En el agua tratada, estas bacterias actúan como una alarma de que se ha producido una contaminación, pero sin identificar la fuente, indican un problema con el tratamiento, la distribución o la propia fuente de agua. (Arcos Pulido et al., 2005)

❖ COLIFORMES FECALES O TERMOTOLERANTES

Subgrupo de bacteria coliforme que se encuentra en los intestinos del animal y humano. Su fuente son básicamente heces y tienen la capacidad de fermentar lactosa, liberando gases y ácidos el día de la incubación a una temperatura de 44,0±0,2 °C. Forma parte del género Escherichia, al igual que Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter, pero en menor grado; 18, 23, 24; estos últimos tienen funciones secundarias importantes como

indicadores de efectividad en el tratamiento de aguas a fin de eliminar la bacteria fecal. Indica las calidades de aguas tratadas y las posibles presencias de contaminaciones fecales.

❖ **ESCHERICHIA COLI**

Son bacterias intestinales estrictas, indicadoras específicas de contaminaciones fecales, caracterizada por triptófano productor de índoles, oxidasas negativas, no hidrolizas ureas, y tienen actividades enzimáticas de β -galactosidasas y ácidos β -glucurónicos. El estudio realizado ha demostrado que están presentes en heces humanas y animal en concentración entre 10^8 y 10^9 unidades formadora de colonia gramo de heces. Escherichia coli se considera como un residente normal de las microbiotas intestinales humanas, sin embargo, podría estar relacionado con una serie de trastornos clínicos. Existe una amplia variedad de rasgos de virulencia y especificidad del huésped mostrados por cepas patógenas de E. coli. El nivel de peligro aumenta dramáticamente o comienza una epidemia de enfermedad cuando la concentración de gérmenes aumenta abruptamente. (Johnson y Nolan, 2009)

❖ **MICROORGANISMOS HETERÓTROFOS**

La bacteria heterótrofa abunda en aguas de grifos y tratadas. Es altamente adaptable, puede tolerar condición de suministros de oxígenos desfavorable y sobrevivir más tiempo que otro microorganismo en aguas. Son indicadores de las cargas bacterianas totales, favoreciendo los números de bacteria viable incubada a 37°C durante 2 días. El hallazgo se expresa como UFC del microorganismo presente. Con estos indicadores se pueden obtener informaciones útiles, que se pueden estudiar juntos con los índices de coliforme para controlar unos procesos o para verificar las calidades de procesamientos, desinfecciones o descontaminaciones. Se han demostrado que los números totales

de microorganismo heterótrofo es un indicador más fiable y sensible de fracasos de tratamientos o las desinfecciones. (Johnson & Nolan, 2009).

❖ **CLOSTRIDIUM PERFRINGENS**

Sus fuentes no son solo las heces, sino también el suelo y el agua contaminados. Al ser una bacteria formadora de esporas, puede tolerar condiciones adversas como calor, sequía, pH extremo y deficiencias de nutrientes. Su presencia en agua purificada indica que el proceso de desinfección o tratamiento no tuvo éxito. Si estas bacterias todavía están presentes en el agua tratada poco después del tratamiento, es una señal de alerta de que el sistema de filtrado está haciendo su trabajo. La existencia de quistes de protozoos puede ser insinuada indirectamente por las esporas muy resistentes. (Lalancette et al., 2014).

2.3. DIFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS FÍSICO

2.3.1.1. SABOR Y OLOR

Estos parámetros son sensoriales y subjetivos, y no hay observador, registro ni unidad de medida para estas observaciones.

Tienen un interés muy evidente en beber agua para consumos humanos, y se puede establecer cierta regla: (FAO-OOMS, 2013) El agua adquiere sabores salados desde 300 ppm de Cl-, y más salados y amargos SO₄= por encima de 450 ppm. El dióxido de carbono libre en el agua le da su sabor acre. Pequeña cantidad de fenol u otro compuesto orgánico le da olores y sabores desagradables.

2.3.1.2. COLOR

Es la capacidad de absorber cierta radiación en el espectro visible. Las causas son muchas, por lo que no se puede atribuir a un único ingrediente, aunque algún color concreto puede dar la idea de qué las provocó, y en agua natural. El agua pura es completamente incolora y solo aparece azul en lugares muy profundos.

Generalmente, toma un color causado por la materia orgánica en el suelo de la planta:

- Color amarillo debido al ácido húmico.
- Rojo, suele indicar la presencia de hierro.
- El negro indica manganeso.

Si todavía está presente en el agua tratada, significa que la desinfección o el tratamiento no funcionó. La presencia de estas bacterias en agua tratada poco después del tratamiento debería generar preocupaciones sobre la eficacia del sistema de filtración. Indirectamente, las esporas, muy resistentes, pueden sugerir la presencia de quistes de protozoos. Las mediciones de color en laboratorio a menudo se toman en partes por millón de Pt con fines de comparación. Generalmente hay poco más de 5 ppm de Pt en el agua subterránea, pero puede llegar a cientos de ppm en el agua superficial. La coagulación es el método estándar para la eliminación. -Floculación, luego filtración o adsorción con carbón activado. (Núñez Álvarez, 2014).

2.3.1.3. TURBIDEZ

Las aguas superficiales son las más comunes, incluyen compuestos insolubles en suspensión, coloides o partículas muy pequeñas; Estos líquidos son muy difíciles de filtrar así como pueden provocar depósitos en las tuberías. La turbidez creada por

diferentes compuestos se compara con este valor para obtener esta medición. Si bien las partes por millón (ppm) son una unidad de medida común para el dióxido de silicio, existe cierto margen de variación en la sílice y los métodos utilizados para probarla. Una fotocélula es otra opción y los turbidímetros vienen en una amplia variedad de modelos. Eliminación mediante filtración, sedimentación y coagulación (Marín y Assaf, 2015).

2.3.1.4. CONDUCTIVIDAD Y RESISTIVIDAD

Es una medida de qué tan bien el agua conduce la electricidad, mientras que la resistividad es lo contrario. Indican la presencia de especies ionizables en el agua. Debido a que los contaminantes en el agua hacen que se mida su conductividad, no podemos usar agua pura como estándar de conductividad. Therefore, it is a good physical parameter to measure water quality, but three basic conditions must be met for it to be representative: (Palomino Amorín et al., 2018)

- No es problema de contaminación orgánica de especie no ionizada.
- La medición se realiza a la misma temperatura.
- La composición del agua permanece relativamente constante.

El aparato, que cuantifica la resistencia al paso de corriente entre dos electrodos sumergidos en agua, se calibra utilizando una solución tampón ClK correlacionando la temperatura con 20° C.

La unidad de resistividad es la medida de resistencia, sin embargo, se usa más a menudo megaohmios por centímetro. Asimismo, los microsiemens por centímetro es la unidad estándar de conductividad debido a su enorme tamaño.

Incluimos una pequeña tabla para que nos hagamos una idea en función del tamaño o composición del agua.

2.3.2. CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS QUÍMICO

➤ pH

Anteriormente, la concentración de iones de hidrógeno es la unidad de medida conocida como pH. Determina si una solución es ácida o alcalina. El rango de pH típico del agua es de 6 a 8. (Marín López y Assaf, 2015).

➤ Dureza

Son presencias de sal de calcio y magnesios y miden las capacidades del agua para crear incrustación.

Afecta al uso doméstico e industrial del agua y desde la perspectiva de las ósmosis inversas son un principal parámetro a controlar.

El agua con menos de 50 ppm de carbonato de calcio se llama agua blanda.

- Hasta 100 ppm carbonato de calcio, ligeramente más duro.
- Hasta 200 ppm carbonato de calcio, dureza media.
- Empezar con 200 ppm de carbonato de calcio es muy difícil.

Si bien las concentraciones de carbonato de calcio en el agua suelen caer por debajo de 300 ppm, pueden alcanzar 1000 ppm e incluso 2000 ppm. (Marín López & Assaf Weffer, 2015)

➤ Alcalinidad

Es la medida de ácidos neutralizados, como el ion de bicarbonatos (CO_3H^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidroxilos (OH^-), que afectan principalmente a esta de soluciones acuosas, pero también contribuye el fosfato, ácido silícico u otro ácido débil. Sus presencias en las aguas generará dióxido de carbono en los vapores de las calderas, que son altamente corrosivos, y también producirá espuma, sólidos arrastrados en los vapores de las calderas, etc. Se miden en la misma unidad que

las durezas. Puede corregirse mediante descarburación con cal, tratamientos con ácidos o desmineralizaciones por intercambios iónicos (Craun et al., 2010).

➤ **Coloides**

Es una medida de una sustancia suspendida en agua que, debido a su tamaño de unos 10^{-4} ~ 10^{-5} mm, se comporta como una solución real y pasa a través de un papel filtro.

El coloide puede ser de origen orgánico o inorgánico.

Se elimina por floculaciones y coagulaciones, sedimentaciones y eliminaciones de lodo. Las filtraciones insuficientes, se requieren ultrafiltraciones.

➤ **Acidez**

Es capacidad de neutralizar los álcalis. Es bastante raro que un cuerpo de agua natural sea ácido, pero el agua superficial no lo es. Son responsables de las corrosiones, que se miden en la misma unidad que las alcalinidades y se corrigen mediante las neutralizaciones alcalinas.

➤ **Sólidos Disueltos**

Son medidas de las cantidades de materias disueltas en las aguas. Las aguas subterráneas y superficiales pueden provenir de múltiples fuentes. Para el agua potable, el máximo ideal se establece en 500 ppm, esta información por sí sola no son suficientes para clasificar el agua como buena o mala.

Entre otras cosas, los procesos de tratamientos son las ósmosis inversas (Craun et al., 2010).

➤ **Sólidos en Suspensión**

Suele separarse por filtraciones y decantaciones. Es sólido e insolubles que puede ser retenido por filtraciones. Los niveles de agua subterránea suelen ser inferiores a 1 ppm y los niveles de agua

superficial pueden ser más altos, según la fuente y el método de recolección.

➤ **Aceites y Grasa**

Las grasas y los aceites de las aguas residuales pueden provenir de plantas o minerales. Ejemplos de estos son la margarina, la mantequilla, los lípidos derivados de frutas y semillas y los lípidos derivados de la carne. También pueden estar presentes lubricantes de garajes, lavados de vehículos y actividades callejeras. En las aguas residuales, algunos de estos aceites flotan en el agua y una pequeña parte se deposita en el sedimento. Debido a que son insolubles en agua, pueden crear una capa que se acumula en la superficie del agua. Esta capa impide el crecimiento de la vida acuática y dificulta el mantenimiento de la red de alcantarillado y de las instalaciones de tratamiento de agua que la potabilizan. Para evitar la acumulación de sustancias químicas no deseadas y el desarrollo de una película grasosa, su eliminación es fundamental.

➤ **Cloruros**

Los iones cloruro Cl^- forman sales muy solubles, que suelen combinarse con iones Na^+ , lo que lógicamente ocurre en aguas muy saladas. El agua dulce contiene de 10 a 250 ppm de cloruro, pero se pueden encontrar fácilmente valores más altos. El agua salobre contiene miles de ppm de cloruro, en comparación con aproximadamente 20 000 ppm en el agua de mar. (Vázquez et al., 2015)

➤ **Sulfatos**

El ion sulfato ($\text{SO}_4^{=}$) representa sales que son de moderada a extremadamente solubles. El agua de mar tiene alrededor de 3000 partes por millón, mientras que el agua dulce tiene entre 2 y 250 partes por millón. Como se mencionó anteriormente, el agua pura tiene un punto de saturación de sulfato de calcio de alrededor de 1500 ppm. Sin embargo, cuando están presentes sales de calcio adicionales, se mejora

la solubilidad. Unos pocos cientos de partes por millón pueden reducir significativamente la resistencia del concreto, aunque una pequeña cantidad no tendrá mucho efecto en el agua (Núñez Álvarez, 2014).

➤ **Nitratos**

El ion nitrato (NO_3^-) forma una sal altamente soluble y estable. En medios reductores, se puede convertir en nitrito, nitrógeno o incluso amoníaco. Hay menos de 10 ppm en agua normal y hasta 1 ppm en agua salada. La contaminación por fertilizantes en las zonas de riego puede provocar concentraciones de agua permeada de hasta cientos de partes por millón. Los bebés pequeños corren riesgo de sufrir cianosis si se exponen al agua en concentraciones muy altas. Provoca eutrofización, un exceso de algas, cuando se mezcla con fosfatos en las aguas superficiales (Bhatta et al., 2014).

➤ **Fosfatos**

El ion fosfato (PO_4^{3-}) precipita fácilmente como fosfato de calcio y normalmente crea sales que son bastante insolubles. Aumenta la alcalinidad del agua ya que proviene de un ácido débil. Por lo general, no más de 1 ppm en agua a menos que esté contaminada con fertilizantes.

➤ **Fluoruros**

Los iones de fluoruro (F^-) Estos valores suelen ser superiores a 1 ppm y se refieren a sales con muy baja solubilidad. Algunas personas piensan que es bueno para los dientes en concentraciones similares, pero no creemos que sea una buena idea ponerlo en agua por ese motivo, dado que también se conserva en el organismo y que ninguna investigación ha examinado los efectos a largo plazo.

➤ **Sílice**

La sílice, contribuye a la alcalinidad del agua y está presente en forma disuelta como ácido silícico y como partícula coloidal. Hay entre 1

y 40 partes por millón (ppm) e incluso 100 ppm en el agua natural (Betancourt Aguilar, 2016)

➤ **Bicarbonatos y Carbonatos**

Los iones bicarbonato CO_3H^- , los iones carbonato CO_3^{2-} , el dióxido de carbono gaseoso y el CO_2 disuelto están todos estrechamente relacionados, como hemos demostrado anteriormente.

Básicamente, todos estos iones aumentan la alcalinidad del agua, lo que tiene un impacto importante en el equilibrio, como hemos visto.

Los iones de bicarbonato varían en concentración de 50 a 350 ppm en agua dulce, mientras que los iones de carbonato están ausentes a niveles de pH inferiores a 8,3. En el agua de mar hay alrededor de cien partes por millón de iones de bicarbonato.

➤ **Otros Componentes Aniónicos**

El sulfuro, el S^{2-} y el sulfuro de hidrógeno característica es que el agua tiene un olor realmente terrible; sin embargo, son medios altamente reductores y normalmente tienen concentraciones en agua inferiores a 1 ppm. Los compuestos fenólicos pueden afectar la potabilidad, especialmente si se mezclan, causando un olor y sabor desagradables. Los detergentes son levemente tóxicos, forman espuma y agotan el oxígeno del agua. El ácido húmico puede afectar el pretratamiento y el proceso de intercambio iónico.

➤ **Sodio**

El ion sodio, primer componente catiónico del que nos ocuparemos, a menudo está acoplado con el ion cloruro Cl^- y se correlaciona con una sal altamente soluble que es difícil de precipitar. Los niveles de agua dulce pueden ser de varios miles de partes por millón, con un rango típico de 1 a 150 partes por millón. Aproximadamente 11.000 partes por millón se encuentran en el agua de mar. (Betancourt Aguilar, 2016)

➤ **Potasio**

El ion potasio K^+ también corresponde a una sal muy soluble y difícil de precipitar.

El límite típico para el agua dulce es de 10 partes por millón. El agua de mar tiene alrededor de 400 partes por millón. Como podemos ver, palidecen en comparación con los cationes de sodio.

➤ **Calcio**

Los iones de calcio, Ca^{++} , las sales que producen suelen ser insolubles, pero a veces lo son en forma muy marginal; de hecho, gran parte de ellos son ligeramente solubles. Como carbonato de calcio, precipita fácilmente, como hemos demostrado. Como ingrediente principal de la dureza del agua, es responsable de la formación de incrustaciones.

En agua dulce no son infrecuentes concentraciones de 10 a 250 ppm, e incluso de 600 ppm. Casi 400 partes por millón en agua de mar.

➤ **Magnesio**

Si bien los iones de calcio y los iones de magnesio tienen un propósito similar, las sales de estos últimos son menos insolubles y más difíciles de precipitar. Sin embargo, el hidróxido de magnesio no se mezcla bien con el agua. Los valores típicos en agua dulce oscilan entre 1 y 100 ppm. La concentración en agua salada es de aproximadamente 1.300 ppm. En cantidades de varios cientos de ppm puede estar presente en el agua potable, lo que provoca su sabor amargo y sus efectos laxantes. (Baque, 2016)

➤ **Hierro**

Tanto el ion ferroso (Fe^{++}) como su contraparte más oxidada, el ion férrico (Fe^{+++}), son formas relevantes de este catión cuando se considera la contaminación. Varios factores, como el pH, las circunstancias oxidantes o reductoras, la composición de la solución,

etc., determinan la estabilidad y apariencia de las diferentes formas. Puede generar incrustaciones, lo que interrumpe las operaciones industriales y afecta la potabilidad del agua. (Esquivel Quezada y Lacayo Romero, 2020)

Debido a las razones anteriores, el agua subterránea solo contiene iones ferrosos disueltos, generalmente entre 0 y 10 ppm, Sin embargo, la concentración cae a menos de 0,5 ppm cuando el agua se oxigena, lo que provoca que precipite el hidróxido férrico de color marrón rojizo. El medio tiene que ser ácido para crear niveles de hierro de decenas de partes por millón.

➤ **Manganeso**

Los iones de manganeso se comportan de manera muy similar a los iones de hierro en la mayoría de los casos, además de ser divalentes y más trivalentes, también puede presentarse en valencia +4, formando dióxido de manganeso insoluble. El agua rara vez contiene más de 1 ppm y requiere un pH ácido.

La forma más común de óxido de manganeso, Mn^{++} , oxida y precipita MnO_2 negro.

➤ **Metales tóxicos**

Entre los más frecuentes se encuentran el selenio, el cromo, el arsénico, el cadmio y el plomo. Necesita una regulación estricta justo donde se produce la contaminación.

➤ **Gases Disueltos**

El dióxido de carbono puede hidrolizarse en iones bicarbonato o carbonato, dependiendo del pH del agua, y es sorprendentemente soluble. A diferencia del agua superficial, que normalmente tiene concentraciones de 1 a 30 ppm, el agua subterránea profunda puede contener concentraciones de hasta 1500 ppm, un exceso que puede causar corrosión. ((Esquivel Quezada y Lacayo Romero, 2020)

El oxígeno, O₂, debido a sus propiedades oxidantes, es necesario para la supervivencia de todas las maneras de vida en la Tierra, incluida la mayoría de los microbios, y participa en el proceso de disolución y precipitación de iones. El sulfuro de hidrógeno (SH₂) tiene olor a huevo podrido y es corrosivo.

La forma no iónica del amoníaco (NH₃) es tóxica para la vida acuática. Las cloraminas, resultado de la cloración, también son muy tóxicas.

2.3.3. CALIDAD DEL AGUA PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS

2.3.3.1. PLANCTON CUALITATIVAS

Es una comunidad acuática compuesta por organismos vegetales fotosintéticos, representada principalmente por microalgas pertenecientes a diferentes taxones (algas verdes y rojas, diatomeas, fitoflagelados, cianobacterias). La mayoría vive en la zona de luz, sin movimiento, colgando sobre el agua ya merced de la corriente.

2.3.3.2. MUESTRA CUALITATIVA

Para ello es importante establecer varios sitios, ya que el muestreo debe ser exhaustivo, tratando de cubrir la mayor extensión posible de lagos, costas y áreas abiertas del ecosistema, el enfoque será:

- Use redes de plancton y botes arrastrando horizontal y verticalmente hasta lograr un filtro visible. También arrojado repetidamente desde la orilla.
- Filtración de volúmenes conocidos de agua a través de redes de plancton.

2.3.4. AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales tienen varias definiciones, las cuales se detallan a continuación:

- Agua cuyas propiedades originales han sido modificadas por los humanos y, debido a su calidad, debe ser tratada antes de poder ser reusada, liberada en cuerpos de agua naturales o bombeada a sistemas de alcantarillado (Hurtado, 2014).
- Aguas con alto contenido de contaminantes y peligro por intervención humana (Espigares, 1985).

Este concepto incluye aguas de diferente origen:

- Las aguas residuales domésticas pertenecen a los efluentes residenciales y comerciales que comprenden desechos biológicos provenientes de actividades humanas y requieren una eliminación adecuada (OEFA, 2014).
- Los desechos humanos, el agua corriente, la preparación de alimentos así como la limpieza del hogar contribuyen a las aguas residuales o residuales domésticas. La basura orgánica y los gérmenes que a menudo se encuentran en estos artículos se complementan con aceites, jabones, detergentes, lejías y residuos de detergentes. (Espigares García, 1985)
- Aguas residuales municipales Este efluente es apto para su uso en sistemas combinados de alcantarillado, donde puede mezclarse con vertidos de agua de lluvia o aguas residuales tratadas de industrias del pasado. (OEFA, 2014)
- Aguas residuales industriales: de operaciones industriales que incluyen sustancias derivadas de minerales, químicos, plantas o animales, como aceites, detergentes, antibióticos, ácidos, grasas y otros productos y subproductos similares. Los distintos procesos industriales tienen una importante incidencia en su composición. (Guzmán et al., 2015)

- Aguas residuales agrícolas: provenientes de labores agrícolas en zonas rurales. En cuanto a su origen, estas aguas suelen incluir agua urbana usada para el riego agrícola en muchos lugares, ya sea pretratada o no (Espigares, 1985).

2.3.4.1. FUENTES POTENCIALES DE GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales de la minería dependen de cada empresa de la región, ya que su capacidad de generación varía con las actividades productoras de cada empresa (tipo de mineral, hidrología del área, estilo de operación, método de beneficio, etc.), y estos factores también afectan los costos. Ocurre cuando una mina está siendo explorada, operada o cerrada. Los flujos constantes o estacionales de compuestos líquidos que entran en contacto con los receptores se conocen como efluentes líquidos de la minería y la metalurgia. Estos flujos se originan en:

Excavaciones o movimientos de tierra en terreno (exploración, construir, retirar, transportar o cerrar minas; campamentos, sistemas de suministro de agua o electricidad, talleres, almacenes, carreteras que conducen a zonas industriales, etc.)

- Concentrador (técnicas como trituración, molienda, flotación, separación por gravedad o campos magnéticos, fundición, refinación, lixiviación, extracción por solventes, etc.)
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales asociadas a actividades mineras
- Depósitos de residuos mineros (relaves, estériles, escorias, etc.)
- Instalaciones de apoyo para la expansión de operaciones mineras.

2.3.4.2. AGUAS DE MINAS

Las aguas residuales se generan cuando las cantidades de partículas suspendidas exceden los estándares regulatorios, los valores de pH caen fuera de los límites aceptables o hay niveles elevados de metales disueltos y/o totales.

2.3.4.3. DRENAJES ÁCIDOS DE MINAS

Esto sucede cuando los minerales que tienen azufre expuestos al aire y al agua durante las alteraciones del suelo sufren oxidación. El ácido sulfúrico se produce al bajar el pH del agua mediante la emisión de una gran cantidad de H⁺. Los minerales sulfurados liberan metales, que oxidan y asocian minerales, cuando la acidez es muy alta. Luego, este metal se moviliza o se transforma en formas solubles y se transporta por drenaje. Este flujo ocurre porque muchos metales (Al, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn) son solubles en ácido, lo que significa que se disuelven mejor en agua a medida que baja el pH. (Lazo, 2020)

❖ RELAVES

Residuos minerales sólidos que varían en tamaño desde arena hasta limo, del proceso de espesamiento, producidos, transportados y depositados como lodos, en plantas de espesamiento, de partículas suspendidas en pulpa (una combinación de agua y sólidos), composición, reactivos de proceso, químicos de flotación o reguladores de pH; y diez tratamientos. Después de que los relaves se vierten en los clarificadores, el agua de pulpa que queda se recicla nuevamente al concentrador o se libera a un cuerpo receptor como un río, laguna o arroyo. La segunda opción puede ser un lugar donde se produzcan aguas residuales (Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros, 2013).

2.3.4.4. AGUAS ÁCIDAS DE DEPÓSITOS DE DESMONTES

Los cuerpos de agua en contacto con claros tienen el potencial de drenaje ácido. De manera similar al drenaje ácido de una mina, las formaciones rocosas estériles pueden producir agua ácida. El efluente metalúrgico es el agua que queda después de que un mineral, concentrado, metal o subproducto ha sido tratado en una concentradora, fundición o refinería: Existe la posibilidad de que se produzcan efluentes metalúrgicos con una alta concentración de metales disueltos, un alto nivel de acidez o un alto contenido de partículas suspendidas en cualquier punto del proceso de eliminación de metales. (Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros, 2013).

2.3.5. INSTITUCIONES DEL ESTADO QUE GESTIONAN LOS RECURSOS HÍDRICOS

A nivel organizativo, la gestión de los recursos hídricos en el país está bastante fragmentada. La supervisión principal del suministro de agua recae en el Ministro de Agricultura. A principios de 2008, el gobierno del Perú creó la Agencia Nacional del Agua (ANA) en el ámbito del MINAG, tras transferir la Administración de los Recursos Hídricos del INRENA. Este organismo formula e implementa la política hídrica nacional, además de llevar a cabo la planificación estratégica a largo plazo para el suministro de agua. Los organismos gubernamentales responsables de esta supervisión se especifican en la siguiente tabla.

2.3.5.1. AUTORIZACIÓN PARA EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Según la nueva legislación, todavía corresponde a la ANA permitir cualquier liberación de aguas residuales en cualquier curso de agua natural del continente o del mar. En consecuencia, la decisión anterior que fue favorable es:

- La Autoridad Ambiental, según Resolución Principal N° 0291-2009-ANA, que la identifica como la autoridad ambiental sectorial o regional correspondiente.
- El Ministerio de Salud y otras organizaciones relacionadas con la salud están preocupados por el cumplimiento de los criterios de calidad del agua y los niveles máximos permitidos establecidos por el medio ambiente.

Según las normas, para obtener el permiso es necesario presentar el instrumento medioambiental que haya sido autorizado por el grupo medioambiental correspondiente (es decir, la entidad sectorial encargada de sus operaciones al momento de escribir este artículo), documento que debe ser tenido en cuenta en relación con las emisiones de la siguiente manera:

- Someter los residuos al pretratamiento necesario.
- Asegúrese de que el contenedor esté en un ambiente donde se puedan realizar actividades de limpieza natural.

2.3.6. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento pasivo, un método relativamente nuevo, utiliza los propios procesos del cuerpo para eliminar los contaminantes del agua; Esto podría resultar útil cuando se aplica al agua de mina. Al término se le dio la forma pasiva para distinguirlo de los procesos de tratamiento tanto activos como convencionales, así como de la ingeniería de aguas residuales en vías navegables industriales, que se utiliza en el tratamiento activo. Existen una serie de beneficios al implementar esta técnica desde el punto de vista económico así como ambiental, según el análisis costo-beneficio (Álvarez, 2005) Los métodos para tratar aguas residuales en las industrias metalúrgica y minera pueden implicar, en el que se utilizan productos químicos para neutralizar la acidez, o pasivo, en el que se utilizan variables biológicas, geoquímicas y gravitacionales

para asegurar la eficacia del tratamiento sin requerir una participación humana constante. (Lazo, 2020)

2.3.6.1. TRATAMIENTO ACTIVO

El tratamiento activo requiere la utilización de fuentes de energía sintéticas externas a fin de mejorar la calidad del agua tratada (Younger, 2002). La inclusión de neutralizadores químicos es un componente habitual de los procesos de tratamiento agresivos utilizados para reducir la acidez de las aguas residuales (Coulton et al., 2003). La calidad del agua puede mejorarse mediante un tratamiento activo, que utiliza agentes químicos o energía artificial. (Santamaría et al., 2015).

2.3.6.2. TRATAMIENTO PASIVO

En los últimos años han surgido muchas nuevas tecnologías de tratamiento para purificar el agua de mina contaminada utilizando ventajas quimiobiológicas naturales en lugar de un flujo constante de productos químicos. Los sistemas pasivos requieren tiempos de retención más largos y espacios más grandes en relación con los tratamientos químicos, lo que proporciona eficiencias de tratamiento menos seguras porque son susceptibles a fallas a largo plazo. Por otro lado, han ayudado a muchos mineros a ahorrar gastos de tratamiento de agua y al mismo tiempo conservar el medio ambiente así como reducir los niveles de contaminación. (Skousen, 1996).

2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HA: El índice de calidad de la evaluación de la calidad de aguas vertidas son adecuadas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

Ho: El índice de calidad de la evaluación de la calidad de aguas vertidas no son adecuadas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA

Ha1: Los parámetros microbiológicos son adecuadas en la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

Ho1: Los parámetros microbiológicos no son adecuadas en la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

Ha2: Los parámetros químicos son adecuadas en la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

Ho2: Los parámetros químicos no son adecuadas en la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

Ha3: Los parámetros físicos son adecuadas en la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

Ho3: Los parámetros físicos no son adecuadas en la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.

2.5. SISTEMA DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE ESTUDIO

Evaluación de la calidad de aguas vertida

2.5.2. VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN

Parámetros físicos

Parámetros químicos

Parámetros microbiológicos

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad	Escala	Técnica e instrumento
variable de estudio					
Evaluación de la calidad de aguas vertida	calidad	cumple con ECA		Razón	normativo
	no calidad	no cumple con ECA	agua		
variable de caracterización					
Parámetros Bacteriológico	coliformes totales		NMP/100mL		
	Coliformes Fecales o Termo tolerancia.				
	Plomo		mg/L		
	Arsénico Totales		mg/L		
	Hierro Totales		mg/L		
	Cadmio Suelto		mg/L		
	Cromo Disuelto		mg/L		
	Magnesio		mg/L		
	Mercurio Disuelto		mg/L		
	Zinc		mg/L		
	Cobre Total		mg/L		
	Fosforo		mg/L		
	Sodio	Adecuada/ no adecuada	mg/L		Razón análisis de laboratorio por Espectrofotometría
	Potasio		mg/L		
Sólido Disuelto Totales		mg/L			
Aceites y Grasas		mg/L			
Cianuro		mg/L			
Detergente		mg/L			
Demanda Química de Oxígeno		mg/L			
Cloruros		mg/L			
Nitrato		mg/L			
Sulfatos		mg/L			
Temperatura		C			
Parámetros físicos	Potencial de Hidrogeno		Unidad de PH		
	Oxígeno Disuelto		mg/L		
	Medición de Caudal		m ³ /d		

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE ESTUDIO

De acuerdo con la intervención del investigador, la investigación fue observacional, simplemente observando y describiendo el fenómeno con precisión.

Según el plan de medición de la variable de estudio, es prospectivo ya que se basa en eventos actuales y el investigador recopila datos directamente de la fuente.

Respecto al número de mediciones de la variable de estudio, es transversal porque solo habrá una aplicación del instrumento y una medición de la variable.

Según el número de variables estudiadas, es descriptivo porque el estudio utiliza una variable (Hernández et al., 2014).

3.1.1. ENFOQUE

El estudio fue de enfoque cuantitativo porque tiene fundamentos teóricos que enriquecen el procedimiento planteado, y se basa en evaluaciones cuantitativas de la calidad del agua (Hernandez Sampieri, 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de estudio es el nivel II o llamado descriptivo (Hernández et al., 2014).

3.1.3. DISEÑO

En el presente estudio es Descriptivo transversal.

M  O

Dónde:

M = Población Muestral

O = Observación

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS

La técnica usada será el fichaje (Fonseca, 2017).

3.3.2. INSTRUMENTOS

Para el Muestreo de Agua se Usarán los Protocolos Correspondientes:

- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R.J. 010-2016 ANA.
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.
- Ficha de análisis documental de laboratorio.

El título del estudio, las instrucciones para completar el formulario, la información básica sobre el punto de monitoreo (como su ubicación, coordenadas, número de muestra, fecha y hora) y los resultados de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y físicos son todos componentes del formulario (incluidos coliformes totales, bacterias heterótrofas y resistentes al calor, color, conductividad y turbidez).

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las botellas de muestreo previamente esterilizadas estuvieron listas y las muestras se recolectaron en una fecha posterior. Todos los viales se enviarán en un enfriador de plástico refrigerado, manteniendo las muestras a una temperatura de 2 a 8 °C.

Las muestras marcadas con el nombre de la muestra de agua se colocarán en el enfriador con un formulario que detalla la siguiente información:

- Identificación (ubicación) de los puntos de muestreo
- Origen de la muestra
- Número de muestra o código de identificación
- Fecha de muestreo
- Hora exacta de recogida de muestras
- Volumen enviado (dependiendo del tipo de análisis)
- La temperatura
- Indicar todos los parámetros analíticos del laboratorio
- Nombre y firma del muestreador
- Observaciones: (alguna característica destacada se incluirá fuera de la común).

Las muestras se almacenarán a temperatura refrigerada en el laboratorio hasta que comiencen las pruebas.

3.4.2. TÉCNICAS DE LABORATORIO

Las técnicas de manipulación de muestras de laboratorio seguirán los métodos de las Normas Técnicas Peruanas y el Manual de Análisis de Agua.

3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En relación a la técnica de análisis de información, este estudio considerará estas actividades.

Elaboración de datos

Se presenta de esta manera:

- Revisión de datos: Para garantizar resultados consistentes y confiables, los instrumentos de investigación se someterán a validación y control de calidad.
- Codificación de datos: convertir el hallazgo obtenido en un código numérico.
- Procesamiento de datos: Los datos se revisan y codifican antes de que comience el procesamiento manual, que culmina con la compilación de la tabla de matriz física para crear una base de datos virtual en Excel 2016. Luego, los datos se procesan utilizando el software estadístico IBM SSPS versión 23.0 para Windows.
- Esquema de tabulación de datos: Compile la información en una tabla estadística de acuerdo con los hallazgos.
- Presentación de los datos: Las tablas e informes académicos incluirán todos los datos recopilados, permitiendo su análisis e interpretación por separado a la luz de los marcos teóricos y conceptuales relevantes para las variables del estudio.

3.5.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

- **Análisis descriptivo:** Habrá una separación clara de las descripciones de las variables según su uso previsto (cualitativo o cuantitativo), el uso de números para ayudar a la comprensión y el mantenimiento de señales visuales básicas pero perceptibles.
- **Análisis inferencial:** Se analizarán cuantitativamente utilizando los valores del instrumento, los cuales deben estar de acuerdo con los requisitos mínimos para probar la normalidad de la distribución del contraste, utilice la prueba de Kolmogorov-Smirnov junto con pruebas de normalidad para lograrlo; el único criterio para distinguir la normalidad es la significancia (valor p).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Tabla 1

Parámetros físicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Monitoreo de parámetros físicos	Temperatura	Potencial de hidrogeno	Oxigeno disuelto	Medición de caudal
	Media	Media	Media	Media
Junio	8,03	7,93	7,03	231,64
Julio	8,02	8,01	6,41	260,19
Agosto	7,02	8,00	6,99	248,83
Setiembre	7,80	8,04	6,80	267,84

Conforme con la tabla 1 se describe los parámetros físicos del agua vertida de la minera pozo rico monitorizado durante los meses de junio a setiembre. Observándose una variación mínima de los valores siendo que la temperatura varia de 8 °C a 7 °C; en cuanto al potencial de hidrógeno en junio un Ph de 7,93 y setiembre de 8,04. En cuanto al oxígeno disuelto en julio se obtuvo 6,41 mg/L y junio 7,03 mg/L. finalmente, 231,64 m³/d en junio y 267,84 m³/d en setiembre.

Figura 1

Parámetros físicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

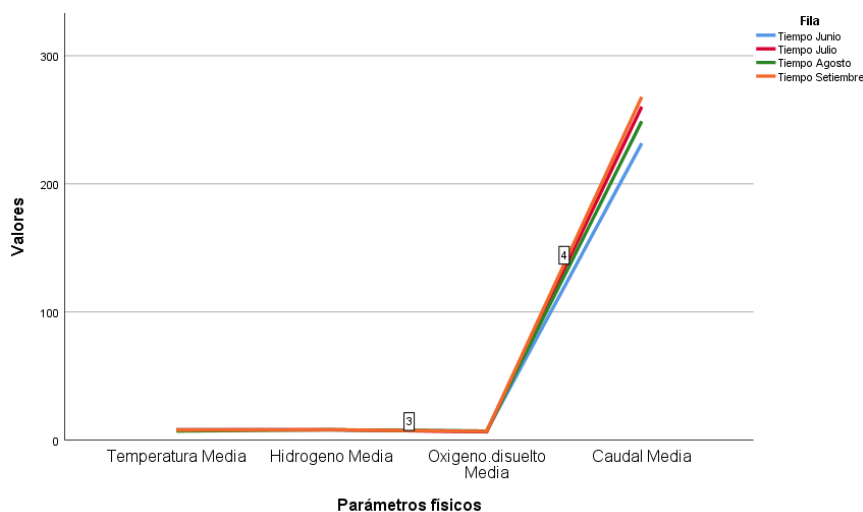


Tabla 2

Parámetros químicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Monitoreo de parámetros químicos	Fe	Mg	zinc	Cu	Na	K	SDT	DQO	Cloruros	Nitrato	Sulfatos
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Junio	,00	7,08	,0026	,00009	2,82	1,29	266	2,60	,186	,21	22,84
Julio	,03	8,13	,0125	,00009	4,83	1,30	259	4,50	2,289	,51	28,76
Agosto	,00	7,22	,0336	,00009	4,20	1,76	248	4,50	,286	,06	28,65
Setiembre	,06	6,02	,0030	,00163	4,28	1,98	270	2,60	,208	,06	33,19

Conforme con la tabla 2 se describe los parámetros químicos del agua vertida de la minera pozo rico observándose que no hubo variación en los valores de plomo, arsénico, cadmio, cromo, mercurio, fósforo, aceites y grasas, cianuro y detergente durante el monitoreo de los meses de junio a setiembre. En cuanto al hierro en julio 0,03 mg/L y setiembre 0,06 mg/L; el magnesio en julio 8,13 mg/L y setiembre 6,02 mg/L; el zinc de 0,0026 mg/L a 0,0336 mg/L; el cobre vario en el mes de setiembre, el sodio de 2,82 mg/L a 4,83 mg/L; potasio de 1,29 mg/L a 1,98 mg/L; el sólido disuelto total de 248 mg/L a 270 mg/L; la demanda química de oxígeno de 2,60 mg/L a 4,5 mg/L; los cloruros de 0,186 mg/L a 2,289 mg/L; los nitratos de 0,06 mg/L a 0,51 mg/L y los sulfatos de 22,84 mg/L a 28,76 mg/L.

Figura 2

Parámetros químicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

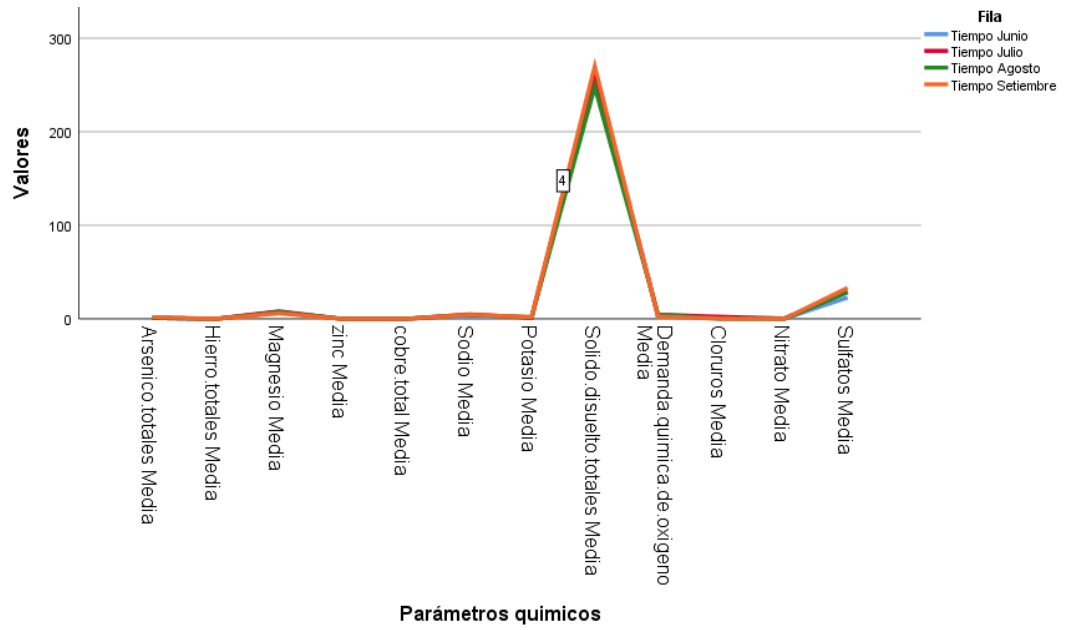


Tabla 3

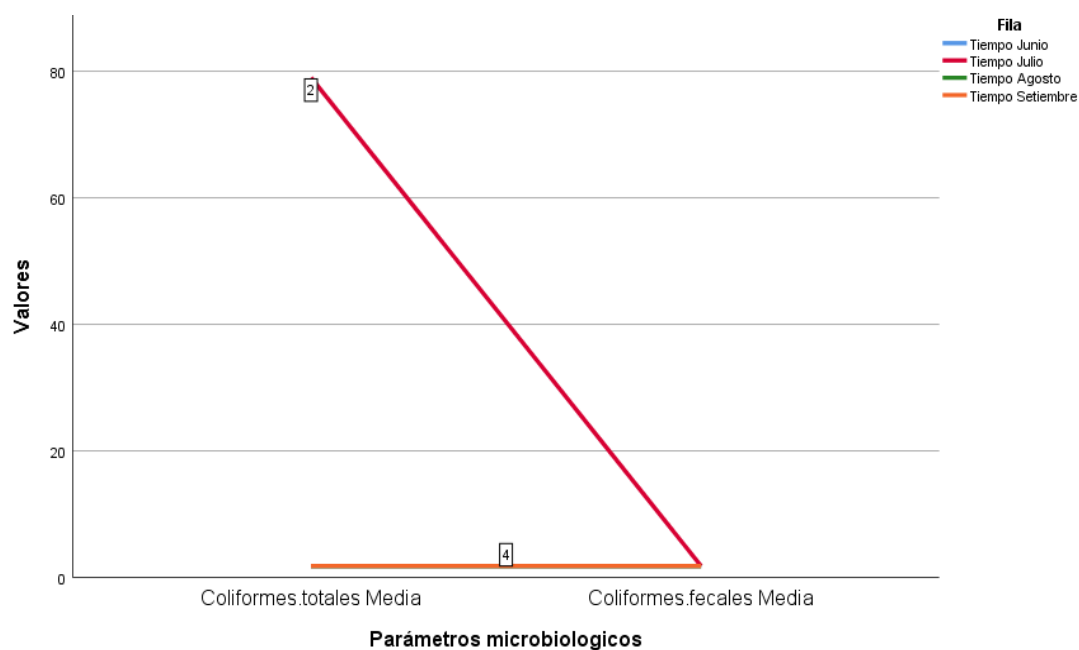
Parámetros microbiológicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Monitoreo de parámetros microbiológicos	Coliformes totales	Coliformes fecales
	Media	Media
Junio	1,80	1,80
Julio	79,00	1,80
Agosto	1,80	1,80
Setiembre	1,80	1,80

Conforme con la tabla 3 se describe los parámetros microbiológicos observándose que los Coliformes totales aumento en el mes de julio de 79 NMP/100 ml y los Coliformes fecales no vario sus valores manteniéndose con 1,8 NMP/100 ml.

Figura 3

Parámetros microbiológicos del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021



4.2. ANALISIS INFERENCIAL

Tabla 4

Parámetros físicos según ECA de la categoría I del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

arámetros físicos	Media	ECA	P-valor
Potencial de hidrogeno	7,99	5,5 – 9	0,000
Oxigeno disuelto	6,8	>= 5	0,000

Conforme con la tabla 4 se usa la prueba t de student a los parámetros físicos según ECA del DS N° 004-2017-MINAM de la categoría I, agua que podría ser potabilizado con tratamiento convencional del agua vertida de la minera pozo rico. Observándose que los valores se encuentran dentro de los parámetros normales siendo esto adecuado para la población con un p – valor < 0,005 (0,000).

Tabla 5

Parámetros físicos según ECA de la categoría III del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Parámetros físicos	Media	ECA	P-valor
Potencial de hidrogeno	7,99	6,5 – 8,5	0,000
Oxigeno disuelto	6,8	>= 4	0,000

Conforme con la tabla 5 se usa la prueba t de student a los parámetros físicos según ECA del DS N° 004-2017-MINAM de la categoría III Riego de vegetales del agua vertida de la minera pozo rico. Observándose que los valores se encuentran dentro de los parámetros normales siendo esto adecuado para el uso de la población con un p – valor < 0,005 (0,000).

Tabla 6

Parámetros químicos según ECA de la categoría I del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Parámetros químicos	Media	ECA	P-valor
4 Plomo	0,001	0,05	0,000
Arsenico totals	0,0001	0,01	0,000
Hierro totals	0,02	1	0,001
Cadmio suelto	0,00003	0,005	0,000
Cromo disuelto	0,0003	0,05	0,005
Mercurio disuelto	0,0001	0,002	0,002
Zinc	0,01	5	0,006
Cobre total	0,0005	2	0,002
Fosforo	0,05	0,15	0,04
Solido disuelto totales	260,8	1000	0,001
Aceites y grasas	0,4	1,7	0,03
Demanda Quimica de Oxigeno	3,55	20	0,01
Cloruros	0,74	250	0,002
Sulfatos	28,36	500	0,004

Fuente:

Conforme con la tabla 6 se usa la prueba t de student a los parámetros químicos según ECA del DS N° 004-2017-MINAM de la categoría I, agua que podría ser potabilizado con tratamiento convencional del agua vertida de la minera pozo rico. Observándose que los valores se encuentran dentro de los parámetros normales siendo esto adecuado para la población con un p – valor < 0,005.

Tabla 7

Parámetros químicos según ECA de la categoría III del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Parámetros químicos	Media	ECA	P-valor
4 Plomo	0,001	0,05	0,000
Arsenico totals	0,0001	0,1	0,015
Hierro totals	0,02	5	0,001
Cadmio suelto	0,00003	0,01	0,000
Cromo disuelto	0,0003	0,1	0,005
Mercurio disuelto	0,0001	0,001	0,002
Zinc	0,01	2	0,006
Cobre total	0,0005	0,2	0,002
Aceites y grasas	0,4	5	0,03
Demanda Quimica de Oxigeno	3,55	15	0,007
Cloruros	0,74	500	0,002
Sulfatos	28,36	1000	0,001

Conforme con la tabla 7 se usa la prueba t de student a los parámetros químicos según ECA del DS N° 004-2017-MINAM de la categoría III, Riego de vegetales del agua vertida de la minera pozo rico. Observándose que los valores se encuentran dentro de los parámetros normales siendo esto adecuado para el uso de la población con un p – valor < 0,005.

Tabla 8

Parámetros microbiológicos según ECA de la categoría III del agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Parámetros microbiológicos	Media	ECA	P-valor
4 Coliformes fecales	1,8	2000	0,000

Conforme con la tabla 8 se usa la prueba t de student a los parámetros microbiológicos según ECA del DS N° 004-2017-MINAM de la categoría III, Riego de vegetales del agua vertida de la minera pozo rico. Observándose que el valor se encuentra dentro del parámetro siendo esto adecuado para el uso de la población con un p – valor < 0,005 (0,000).

Tabla 9

Calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021

Calidad del agua	t	GI	p-valor
4 parámetros físicos	100,4	2	0,000
parámetros químicos	11,105	2	0,007
Parámetros microbiológicos	1,093	2	0,054

Conforme con la tabla 9 se puede observar la prueba estadística a la variable calidad del agua según los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se observa un p valor < 0,05. Por tal, es aceptada la hipótesis siendo que la calidad del agua vertida por la minera Pozo Rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco es adecuada.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El agua es crucial para la vida ya que es un elemento esencial; sin embargo, la expansión demográfica, la mayor industrialización y la escasez de fuentes de agua que no estén contaminadas son factores que dificultan el acceso a agua potable (es decir, aquellos que no son nocivos) para la ingestión plantean un desafío que la población peruana debe afrontar. (Tarqui et al, 2016)

En el presente estudio se conoció parámetro físico, químico y microbiológico del agua vertida de la minera pozo rico Yanahuanca; obteniendo significancia en los valores según ECA del DS N° 004-2017-MINAM, la cual es apto para que pueda ser potabilizado con tratamiento convencional y para el riego de vegetales.

En concordancia con el estudio de Zamora et al (2017), señaló que el agua del lago era muy salada, tenía altos niveles de partículas disueltas y suspendidas e incluía niveles de arseniato, plomo, cadmio y zinc que excedían los estándares de seguridad. Debido a que un gran número de corporaciones mineras no cumplen con las normas ambientales actuales.

Como lo menciona Neira et al (2021), la exposición al agua tiene impactos diarios en la naturaleza y los seres humanos, ya que el agua está contaminada con productos químicos de las operaciones mineras, los desechos mineros y en altas concentraciones pueden provocar la muerte biológica.

Asimismo, Chacón et al. (2016), afirma que las regiones fuertemente afectadas por las operaciones mineras tienen las concentraciones más altas de oligoelementos. Las concentraciones de la mayoría de los elementos traza estuvieron por debajo de los límites permitidos establecidos por la EPA de EE. UU. y las reglamentaciones mexicanas. Sin embargo, las concentraciones de cobre, níquel y zinc obtenidas en el agua del río fueron superiores a las estipuladas por las guías de vida acuática desarrolladas por Canadá. Si bien

las concentraciones elementales determinadas estuvieron por debajo de los límites permisibles, estos estudios son importantes debido a que el agua de esta zona se utiliza para consumo humano, riego e industria.

Por lo tanto, según Pérez (2016), Es importante estar atento a factores como la dureza, la conductividad eléctrica, la cantidad de partículas en suspensión, el cloro libre, la alcalinidad, la presencia de coliformes fecales y la potabilidad, ya que los contaminantes pueden provenir de todo tipo de acciones humanas. Su calidad, y por tanto, todas las actividades y organizaciones que de ella dependen.

El Instituto Nacional de Normalización de Chile establece que el arsénico en el agua no debe exceder los 0,01 mg/L, el mercurio 0,001 mg/L, el cianuro 0,05 mg/L, el cobre 2 mg/L, el zinc 3 mg/L y el fluoruro 0,05 mg/L. (Calidad del Agua, 2018)

Según Villena (2018), el monitoreo de la calidad del agua es un componente crucial de la evaluación de riesgos, una función sanitaria vital y una herramienta estratégica para diseñar políticas públicas que promuevan el desarrollo sostenible.

Según Embaby et al. (2016), Señala que existe una variedad de procesos naturales que pueden operar para eliminar las toxinas del agua subterránea, por lo que la contaminación no es permanente. Muchos procesos ocurren en los materiales del suelo que contribuyen a la atenuación, incluida la dilución, dispersión, filtración mecánica, volatilización, actividad biológica, intercambio iónico y adsorción superficial; sin embargo, la movilidad a larga distancia del contaminante significa que puede contaminar los sistemas de distribución de agua superficial y subterránea, poniendo en peligro la vida acuática y reduciendo la calidad del agua.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se obtiene las siguientes conclusiones:

- En cuanto a los parámetros físicos según ECA de la categoría I, agua que puede ser potabilizado con tratamiento convencional y III riego de vegetales es significativo con un p-valor de 0,000.
- Asimismo, los parámetros químicos según ECA de la categoría I, agua que puede ser potabilizado con tratamiento convencional y III riego de vegetales es significativo con un p-valor de 0,000.
- Del mismo modo, los parámetros microbiológicos según ECA de categoría III riego de vegetales es significativo con un p-valor de 0,000.
- Los parámetros del agua vertida por la minera Pozo Rico son significativos siendo la calidad adecuada según normatividad.

RECOMENDACIONES

Este estudio hace estas recomendaciones:

- Jefe de la Oficina de Saneamiento Ambiental Provincial y Municipal de Tocache, quien trabaja periódicamente para mejorar la calidad del suministro de agua para consumo humano en la región, con el fin de mejorar el saneamiento y garantizar las mejores condiciones (adecuadas) para los grupos de usuarios.
- Para quienes se dedican a la investigación en general, el camino que siguen examina la limpieza del sistema de suministro de agua y cómo afecta la salud de las personas en las zonas rurales de nuestra región que consumen agua que no es apta para el consumo humano.
- Vigilancia, control y seguimiento de la calidad del agua potable humana en centros densamente poblados por organismos de salud.
- Para los residentes, implementaron la tecnología de tratamiento de agua del estudio porque eliminaba eficazmente los microorganismos. Es decir, se hace todo lo posible para que las personas no enfermen por agua que no ha sido tratada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano Medina, R. V., & Terreros Lazo, R. (2018). Metodología para determinar la calidad de agua del río Rímac para uso en amasado y curado de concreto. *Ingeniería Industrial*, 36, 123-135.
- Aparicio Roque, F. G., Moreno, R. L., & Espinoza, F. (2015). Índice de calidad del agua de consumo humano en el sistema de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural del centro poblado de Paria – Willcawain – Huaraz. *Spanish journal of rural development*, 6(1-2), 157-168.
- Arcos Pulido, M. D. P., Ávila de Navia, MSC, S. L., Estupiñán Torres, MSC, S. M., & Gómez Prieto, A. C. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Nova*, 3(4), 69. <https://doi.org/10.22490/24629448.338>
- Asano, Y., Hiramoto, T., Nishino, R., Aiba, Y., Kimura, T., Yoshihara, K., Koga, Y., & Sudo, N. (2012). Critical role of gut microbiota in the production of biologically active, free catecholamines in the gut lumen of mice. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology*, 303(11), G1288-1295. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00341.2012>
- Barrantes, K., Chacón, L. M., Solano, M., & Achí, R. (2013). Contaminación fecal del agua superficial de la microcuenca del río Purires, Costa Rica, 2010-2011. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 33(1), 40-45.
- Bhatta, L. D., van Oort, B. E. H., Rucevska, I., & Baral, H. (2014). Payment for ecosystem services: Possible instrument for managing ecosystem services in Nepal. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 10(4), 289-299. <https://doi.org/10.1080/21513732.2014.973908>
- Chakravarty, I., Bhattacharya, A., & Das, S. K. (2017). Water, sanitation and hygiene: The unfinished agenda in the World Health Organization

South-East Asia Region. WHO South-East Asia Journal of Public Health, 6(2), 22. <https://doi.org/10.4103/2224-3151.213787>

Connor, R. (2015). The United Nations world water development report 2015: Water for a sustainable world—UNESCO Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231823>

Craun, G. F., Brunkard, J. M., Yoder, J. S., Roberts, V. A., Carpenter, J., Wade, T., Calderon, R. L., Roberts, J. M., Beach, M. J., & Roy, S. L. (2010). Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(3), 507-528. <https://doi.org/10.1128/CMR.00077-09>

de Souza, D. R. S., de Souza Bezerra, H., de Melo, J. T. A., Nobre, T. T. X., & de Andrade, F. B. (2018). Evaluation of the Maternal Health Indicators: An Ecological Study from 2000 to 2014. *Health*, 10(02), 251-267. <https://doi.org/10.4236/health.2018.102020>

Embaby, A., Razack, M., Lecoq, M., & Porel, G. (2016). Hydrogeochemical Assessment of Groundwater in the Precambrian Rocks, South Eastern Desert, Egypt. *Journal of Water Resource and Protection*, 8(3), Art. 3. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.83025>

Espigares García, M. (1985). Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Catedra de Medicina Preventiva y Social. Univ. de Granada.

Esquivel Quezada, J. L., & Lacayo Romero, M. (2020). Evaluación del impacto de las aguas residuales domésticas y semi-industriales sobre la calidad físico-química del río Chiquito, León, en el período de mayo 2016-enero 2017. *Revista Torreón Universitario*, 9(25), 58-76. <https://doi.org/10.5377/torreon.v9i25.9854>

FAO-OMS. (2013). Agua. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/water/es/>

- Fonseca Livias, A. (2017). Metodología de la Investigación. <https://1library.co/document/qmow337y-metodologia-de-la-investigacion-dr-abner-fonseca-livias.html>
- Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros, MINEM. (2013). Ministerio de Energía y Minas—Asuntos Ambientales Mineros. https://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=4&idPublicacion=50
- Guzmán, B. L., Nava, G., & Bevilacqua, P. D. (2015). Quality of water for human consumption and its association with morbimortality in Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35, 177-190. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- Han, Z.-G., Brindley, P. J., Wang, S.-Y., & Chen, Z. (2009). Schistosoma genomics: New perspectives on schistosome biology and host-parasite interaction. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 10, 211-240. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-082908-150036>
- Heggie, T. W. (2010). Swimming with death: *Naegleria fowleri* infections in recreational waters. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 8(4), 201-206.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Pilar Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw-Hill.
- Hurtado Yarasca, J. C. (2014). *Aguas Residuales OEFA*. https://www.academia.edu/10651218/Aguas_Residuales_OEFA
- Jacobo-Marín, D., & León, G. S. de. (2021). Contaminantes emergentes en el agua: Regulación en México, principio precautorio y perspectiva comparada. *Revista de Derecho Ambiental*, 1(15), Art. 15. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2021.57414>
- Johnson, T. J., & Nolan, L. K. (2009). Pathogenomics of the virulence plasmids of *Escherichia coli*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews: MMBR*, 73(4), 750-774. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00015-09>

- Lalancette, C., Papineau, I., Payment, P., Dorner, S., Servais, P., Barbeau, B., Giovanni, G., & Prevost, M. (2014). Changes in *Escherichia coli* to *Cryptosporidium* ratios for various fecal pollution sources and drinking water intakes. *Water research*, 55C, 150-161. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.01.050>
- Lazo, D. (2020). Acid mine drainage mitigation: A review. *Ingeniería Industrial*, 039, 97-118. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n039.4917>
- López Hernández, M., Lacayo Romero, M., & Dávila López, A. (2020). Evaluación de la calidad físico-química de las aguas subterráneas y superficiales de la zona minera de Santo Domingo – Chontales. *Revista Torreón Universitario*, 9(26), 107-123. <https://doi.org/10.5377/torreon.v9i26.10263>
- Maldonado Olivares, M. M. (2019). Evaluación del Impacto de Las Aguas Vertidas por El Túnel Graton a La Calidad de Las Aguas del Rio Rímac en El Distrito de San Mateo. <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/212>
- Miranda-Sanguino, R. A., Ramírez, R., & Sánchez-Ortíz, E. A. (2016). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano mediante indicadores fisicoquímicos y microbiológicos en el río Algodonal. *Revista Ingenio*, 10(1), Art. 1. <https://doi.org/10.22463/2011642X.2088>
- Mite, R., Ochoa, L., Osorio, B., Suatunce, P., Ocampo, E., & Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador / Quality of water intended for human consumption in a canton of Ecuador. *Ciencia Unemi*, 9, 109. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p>
- Namihira-Santillán, P. E., Barrera-Escorcía, G., & Márquez-García, A. Z. (2002). Contaminación por bacterias fecales en el Lago Huayamilpas, Mexico. *D. F. Hidrobiológica*, 12(2), 129-136.

- Neira, S. P., Meza, P. A., Neira, S. P., & Meza, P. A. (2021). Aguas de contacto, efectos en la minería y el medioambiente. *Revista de la Facultad de Derecho*, 50. <https://doi.org/10.22187/rfd2020n50a6>
- Núñez Álvarez, C. C. (2014). Recuperación de sólidos del agua de cola por coagulación-floculación y cuantificación de histamina. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1920>
- OEFA. (2014). Recuperación y Reconversión de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales. <https://publico.oefa.gob.pe/Portalpifa/resultados.do>
- Organización Mundial de la Salud. (2008). Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Organización Mundial de la Salud. (2009). Agua y Saneamiento—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
- Peñaloza, M. C. (2019). Calidad bacteriológica de agua en tambos de Tandil. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2866828>
- Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 3-14. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Pulcha Villalobos, J. R., & Valencia Narva, M. P. (2019). Evaluación de la degradación de contaminantes ecotóxicos de las aguas de residuales de la industria minera por medio de humedales artificiales. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2653850>
- Quality Water Service. (2018, diciembre 2). ¿Qué contiene el agua potable que consumimos? Quality Water. <https://hub.qualitywater.cl/blog/que-contiene-el-agua-potable-que-consumimos/>

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247.

Skousen, J. (1996). Overview of Passive Systems for Treating Acid Mine Drainage. 27, 34-43.

UE. (2006). EUROPA - El medio ambiente para los jóvenes europeos— Naturaleza—Qué hace la Unión Europea. https://ec.europa.eu/environment/archives/youth/nature/nature_what_the_eu_does_es.html

Vázquez, M., Guzman, D. S., & Iñiguez, J. M. (2015). Comparación entre propiedades físicas y mecánicas de adobes tradicionales y BTC estabilizados químicamente. *Tierra, sociedad, comunidad: 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra*, 2015, ISBN 978-9978-14-313-1, págs. 154-163, 154-163. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6085965>

Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304-308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Bonilla Espinoza K. (2025). *Evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico-yanahuanca- pasco, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Diseño	Población
<p>Problema general ¿Cuál es la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia Yanahuanca de departamento de Pasco, 2021?</p>	<p>Objetivo general Evaluar el índice de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.</p>	<p>Hipótesis Ha El índice de calidad de la evaluación de aguas vertidas son adecuada de la minera pozo rico de provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.</p>	<p>Variable de estudio Evaluación de la calidad de aguas vertida</p>	<p>Descriptivo transversal: M → O Dónde: M= Población Muestral</p>	<p>Población y muestra Minera pozo rico de la Provincia de Yanahuanca departamento de Pasco.</p>
<p>Problemas específicos ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de la evaluación de la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021?</p>	<p>Objetivos específicos Determinar los parámetros microbiológicos de la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.</p>	<p>Ho: El índice de calidad de la evaluación de la calidad de aguas vertidas no son adecuada de la minera pozo rico de la provincia Yanahuanca de departamento de Pasco 2021.</p>	<p>Parámetros físicos</p> <p>Parámetros químicos</p> <p>Parámetros microbiológicos.</p>	<p>O= Observación</p>	<p>INSTRUMENTOS Para el Muestreo de Agua se Usarán los Protocolos Correspondientes: * Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R.J. 010-2016 ANA. * Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.</p>
<p>¿Cuáles son los parámetros químicos de la evaluación de la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021?</p>	<p>Determinar los parámetros químicos de la evaluación de la calidad de agua vertida de la minera pozo rico de la provincia de Yanahuanca departamento de Pasco, 2021.</p>				
<p>¿Cuáles son los parámetros físicos de la evaluación de la calidad de aguas vertidas de la minera pozo rico de la provincia Yanahuanca de</p>	<p>Determinar los parámetros físicos</p>				

departamento de Pasco, de la evaluación de la
2021? calidad de
agua vertida de la minera
pozo rico de la provincia de
Yanahuanca departamento
de Pasco, 2021.

ANEXO 2

GUÍA DE ANÁLISIS DE FICHA DOCUMENTAL DE LA CALIDAD DE AGUAS VERTIDAS DE LA MINERA POZO RICO DE LA PROVINCIA DE YANAHUANCA DEPARTAMENTO DE PASCO

Código:

DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR

Nombre del investigador: Kely Rosmery BONILLA ESPINOZA

DATOS GENERALES SOBRE PUNTO DE MONITOREO.

Ubicación del punto de monitoreo.

Departamento: Pasco	Punto de muestreo:
Provincia: Yanahuanca	Finalidad de monitoreo.
Distrito: Yanahuanca	Numero de muestra:
Localidad: Chinche tingo.	Fecha y Hora de muestreo:
Nombre del cuerpo de agua: Supeficial.	Fecha y Hora de llegada a laboratorio
Clasificación del cuerpo de agua: laguna	Preservada:

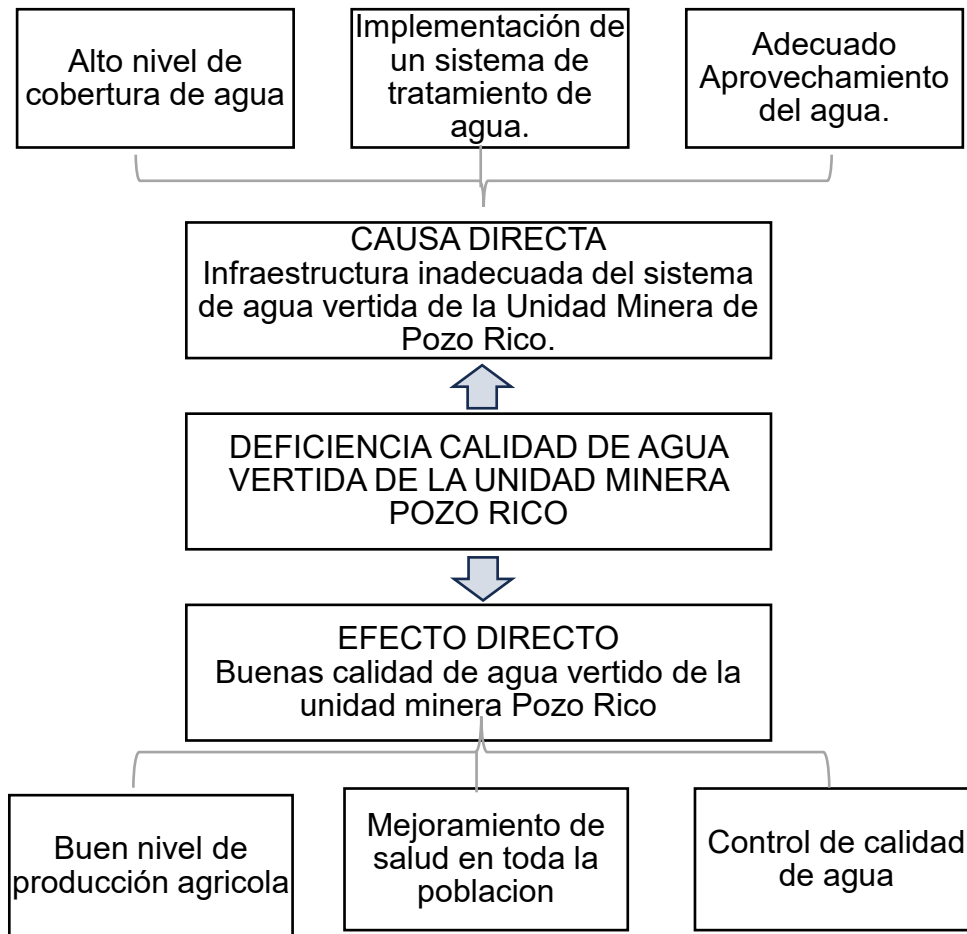
Sistema de coordenadas: Proyección UTM Coordenadas (WGS84):

Norte:	Zona:
Este:	Altitud:

	Temperatura	resultado	C
FISICO	Potencial de Hidrogeno		Unidad de PH
	Oxígeno Disuelto		mg/L
	Medición de Caudal		m3/d
	Plomo		mg/L
QUIMICO	Arsénico Totales		mg/L
	Hierro Totales		mg/L
	Cadmio Suelto		mg/L
	Cromo Disuelto		mg/L
	Magnesio		mg/L
	Mercurio Disuelto		mg/L
	Zinc		mg/L
	Cobre Total		mg/L

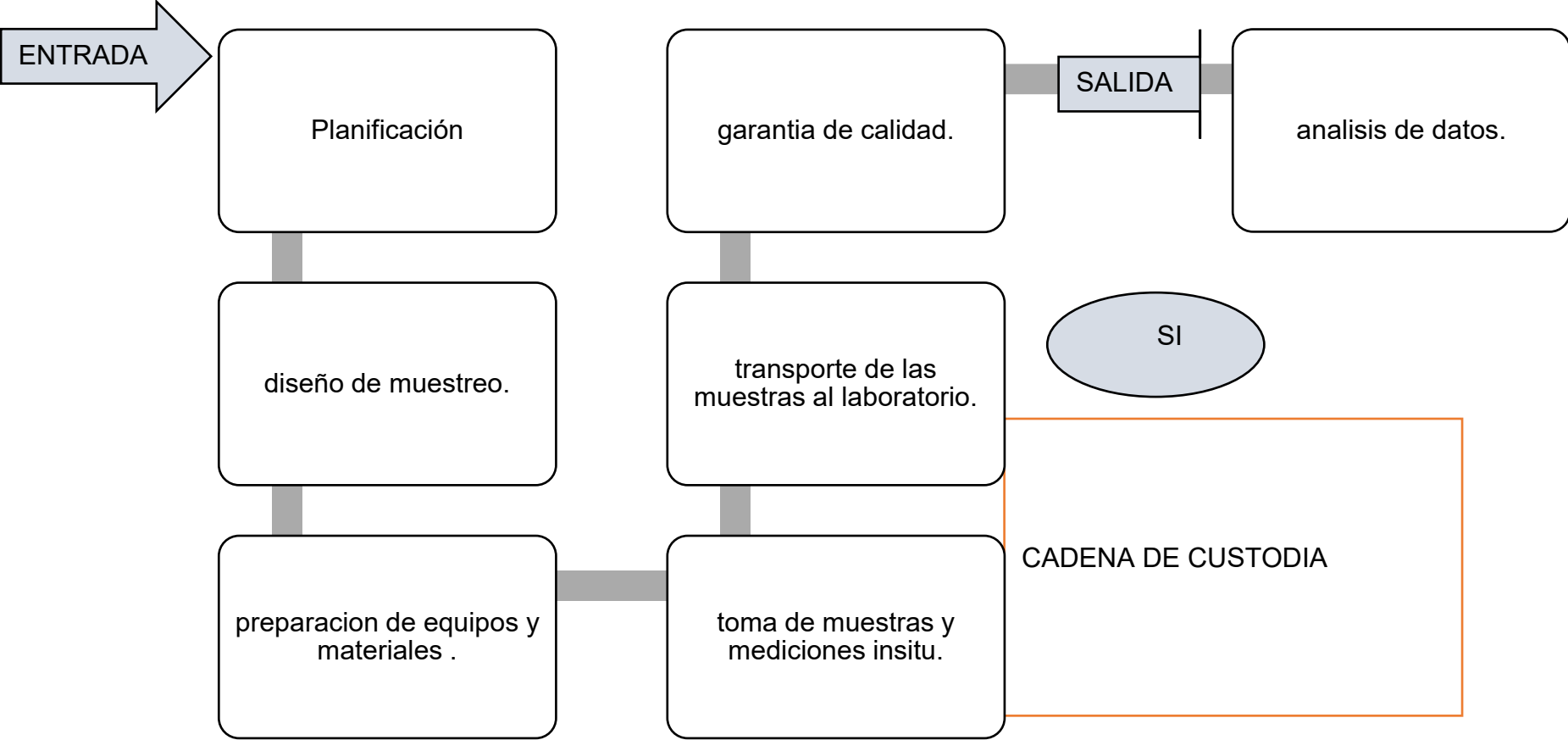
	Fosforo	mg/L
	Sodio	mg/L
	Potasio	mg/L
	Solido Disuelto Totales	mg/L
	Aceites y Grasas	mg/L
	Cianuro	mg/L
	Detergente	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	mg/L
	Cloruros	mg/L
	Nitrato	mg/L
	Sulfatos	mg/L
	Numeración de coliformes totales	NMP/100mL
MICROBIOLOGICO	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerancia.	NMP/100mL

ANEXO 3 ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4 PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

normativa: DSN°004 - 2017 MINAM



ANEXO 5 PLANO DE INVESTIGACIÓN (DEPARTAMENTAL, PROVINCIAL Y DISTRITAL)

