

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Evaluación de la calidad de agua del río Ragra durante el 2021 de
acuerdo a su estándar de calidad ambiental**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Belissa COTRINA REYES

Asesor:

Mg. Lucio ROJAS VITOR

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Evaluación de la calidad de agua del río Ragra durante el 2021 de
acuerdo a su estándar de calidad ambiental**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO

Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA
MIEMBRO



**Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación**

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 148-2023-UNDAC/UIFI

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

Tesis:

**Evaluación de la calidad de agua del río Ragra durante el
2021 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental**

Apellidos y nombres de los tesistas
Bach. COTRINA REYES, Belissa

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería Ambiental

Apellidos y nombres del Asesor
Mg. ROJAS VITOR, Lucio

Indici de Similitud
26 %

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 19 de octubre del 2023

UNDA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villar Requís Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza hasta el día de hoy.

A mis padres Emilio y Juana, quienes comparten magia, amor, esfuerzo y valentía, gracias por permitirme llegar a cumplir un sueño más e inculcarme el deseo de superación y su apoyo incondicional durante el proceso de mi formación.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la sapiencia necesaria para desarrollar y ejecutar esta investigación.

A mi alma mater, la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por brindarme la sabiduría necesaria para poder desarrollarme en el mundo profesional.

A mis padres, por su apoyo firme y perseverante en mi trayecto universitario que me dio la motivación para no rendirme para lograr un sueño... El ser Ingeniero Ambiental.

RESUMEN

El estándar de calidad del agua, determinado por el D.S N° 004 – 2017 – MINAM establece los niveles aceptables a cumplirse para asegurar la protección del recurso hídrico y por ende, la salud de la población circundante a dicho recurso.

En ese sentido, esta investigación se ha llevado a cabo con el objetivo de evaluar la calidad de agua superficial del río Ragra durante el 2021 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental.

Para ello, se ha empleado la técnica del muestreo puntual en los monitores participativos programadas por la Autoridad Nacional del Agua en dicho año y, al mismo tiempo, se ha hecho uso de la técnica de observación estructurada y documental para registrar y cuantificar los datos de las mediciones realizadas a los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos.

La principal conclusión que se ha consolidado es que la medición de los diversos parámetros realizados para conocer la calidad de agua del río Ragra sobrepasan los niveles aceptables de la categoría 3 en lo que refiere a riego de vegetales y bebida de animales, de acuerdo a la normativa vigente.

Palabras Clave: Calidad del agua, río Ragra, ECA-Agua

ABSTRACT

The water quality standard, determined by D.S N° 004 – 2017 – MINAM establishes the acceptable levels to be met to ensure the protection of the water resource and therefore, the health of the population surrounding said resource.

In this sense, this research has been carried out with the objective of evaluating the surface water quality of the Ragra River during 2021 according to its environmental quality standard.

To this end, the technique of punctual sampling has been used in the participatory monitors programmed by the National Water Authority in said year and, at the same time, the technique of structured and documentary observation has been used to record and quantify the data of the measurements made to the physicochemical, inorganic and microbiological parameters.

The main conclusion that has been consolidated is that the measurement of the various parameters carried out to determine the quality of the water of the Ragra River exceeds the acceptable levels of category 3 in regard to irrigation of vegetables and animal drinking, according to the regulations in force.

keywords: Water quality, Ragra river, EQS-Water

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se realizó en el río Ragra, ubicado en el distrito de Simón Bolívar, provincia y región de Pasco, para evaluar la calidad del agua del mencionado recurso hídrico.

La tesis que hemos consolidado, se constituye en cuatro capítulos, tal como establece el reglamento de grados y títulos de esta primera casa superior de estudios, los cuales son: capítulo I, en el que se describe el problema a investigar, los propósitos e importancia de la investigación; capítulo II, en el que se presenta los antecedentes a esta investigación y las bases teóricas y conceptuales que son la base de esta investigación; capítulo III, donde explicamos los métodos y técnicas de investigación utilizados; y el capítulo IV donde se detalla los resultados e interpretación de los mismos producto de la investigación. Finalmente, presentamos las conclusiones y algunas recomendaciones que permitirán establecer otras investigaciones y acciones futuras en favor de la zona en estudio.

Se tiene la seguridad, que la presente investigación pueda contribuir a solucionar problemas de esta índole y a la vez pueda servir como material de referencia para otros trabajos similares.

La autora.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	4
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos.....	5
1.4.	Formulación de objetivos.....	5
1.4.1.	Objetivo general.....	5
1.4.2.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Justificación de la investigación.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	7
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	14

2.2.1.	Recursos hídricos.....	14
2.2.2.	Agua superficial.....	15
2.2.3.	Calidad del agua.	15
2.2.4.	Problemas que impactan en la calidad del agua.	17
2.2.5.	Estándar de calidad ambiental para agua.....	17
2.2.6.	Parámetros de la calidad del agua.	20
2.2.7.	Contaminación hídrica.....	21
2.3.	Definición de términos básicos.	22
2.4.	Formulación de hipótesis.	26
2.4.1.	Hipótesis general.	26
2.4.2.	Hipótesis específicas.	26
2.5.	Identificación de variables.	27
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	27

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.	28
3.2.	Nivel de investigación.....	29
3.3.	Métodos de investigación.....	29
3.4.	Diseño de la investigación.....	29
3.5.	Población y muestra.	29
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.6.1.	Técnica de recolección de datos.	31
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	31
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	31
3.8.	Tratamiento estadístico.	31

3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.	32
------	---	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.	33
4.1.1.	Localización de la zona en estudio.	33
4.1.2.	Planificación del monitoreo.	34
4.1.3.	Participación del monitoreo.	36
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.	38
4.2.1.	Concentraciones de parámetros físicoquímicos.	38
4.2.2.	Concentraciones de parámetros inorgánicos.	45
4.2.3.	Concentraciones de parámetros microbiológicos.	54
4.3.	Prueba de hipótesis.	56
4.4.	Discusión de resultados.	57

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Delimitación de la investigación	4
Tabla 2 Problemas de la calidad del agua	17
Tabla 3 Categorías y subcategorías de los cuerpos de agua	19
Tabla 4 Principales parámetros de la categoría 3 de los ECA para agua	21
Tabla 5 Operacionalización de las variables de investigación.	27
Tabla 6 Puntos de monitoreo en el río Ragra	30
Tabla 7 Parámetros fisicoquímicos medidos en el primer monitoreo 2021	38
Tabla 8 Parámetros fisicoquímicos medidos en el segundo monitoreo 2021	39
Tabla 9 Parámetros inorgánicos medidos en el primer monitoreo 2021	46
Tabla 10 Parámetros inorgánicos medidos en el segundo monitoreo 2021	46
Tabla 11 Parámetros microbiológicos medidos en el primer monitoreo 2021	54
Tabla 12 Parámetros microbiológicos medidos en el segundo monitoreo 2021	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista del río Ragra en el C.P. de Quiulacochoa.....	3
Figura 2: Causas y efectos de la contaminación de los recursos hídricos.....	22
Figura 3: Extensión del Río Ragra.....	30
Figura 4: Río Ragra.....	33
Figura 5: Río Ragra en cercanía a desmonteras.....	34
Figura 6: Río Ragra descargando al río San Juan.....	34
Figura 7: Reconocimiento del área de estudio.....	35
Figura 8: Calibración de multiparámetro.....	36
Figura 9: Monitoreo participativo en el río Ragra.....	37
Figura 10: Toma de muestra en el río Ragra.....	37
Figura 11: Aceites y grasas (mg/L).....	39
Figura 12: Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	40
Figura 13: Demanda bioquímica de Oxígeno (mg/L).....	42
Figura 14: Demanda química de Oxígeno (mg/L).....	43
Figura 15: Oxígeno disuelto (mg/L).....	43
Figura 16: Potencial del Hidrógeno.....	44
Figura 17: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$).....	45
Figura 18: Aluminio (mg/L).....	47
Figura 19: Arsénico (mg/L).....	48
Figura 20: Cadmio (mg/L).....	48
Figura 21: Hierro (mg/L).....	49
Figura 22: Litio (mg/L).....	50
Figura 23: Manganeso (mg/L).....	51

Figura 24: Mercurio (mg/L).....	51
Figura 25: Níquel (mg/L).....	52
Figura 26: Plomo (mg/L).....	53
Figura 27: Zinc(mg/L).....	54
Figura 28: Coliformes Termotolerantes NMP/100ml.....	55
Figura 29: Escherichia coli (NMP/100ml).....	56

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.

De acuerdo a lo descrito por Salvioli et Al. (2017): “La calidad del agua superficial es función de las características intrínsecas de los recursos hídricos y su entorno, así como de las actividades u ocupación efectiva del territorio que se desarrolla en las cuencas”. En ese sentido, realizar un diagnóstico de ellos constituye una estrategia para planificar medidas de gestión para minimizar la degradación ambiental de dicho recurso hídrico y de esa forma, mejorar la calidad de vida de la población cercanas a su entorno.

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015) menciona que, “El agua superficial disponible en el Perú es abundante, pero su calidad es crítica en algunas regiones hidrográficas; teniendo las causas de ello en el insuficiente tratamiento de las aguas residuales domésticas, el vertimientos de aguas residuales no tratadas, el manejo inadecuado de los residuos sólidos, los pasivos ambientales (mineros, hidrocarburíferos, agrícolas y poblacionales) y características naturales” (p.371).

En nuestro país contamos con el Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM, el cual establece los niveles de los estándares de calidad ambiental para agua que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente, teniendo como marco general a la Ley General del Ambiente.

Sin embargo y muy a pesar de la existencia de dicha normativa y de otras relacionadas a este aspecto, la mayor parte de cuerpos de agua sobrepasan los límites establecidos en los estándares de calidad ambiental. Tal es así que, el Ministerio de Agricultura ha referido que: “respecto a la calidad de aguas se consideran que existe una descarga anual de 960.5 MMC de desagües sobre el agua superficial, subterránea y marina, de los cuales el 64% pertenece a desagües domésticos, 5.6% desagües industriales 4.4% de desagües pesqueros, 25.4% de efluentes mineros y 0.2% por efluentes petroleros” (MINAGRI, s.f.).

Hay que tener en cuenta, que dichas actividades antrópicas han impactado negativamente no solamente sobre el recurso hídrico sino también sobre otros factores ambientales relacionados a él; y se ha tenido impactos indirectos en los factores sociales, económicos, culturales y estéticos de las diferentes cuencas hidrográficas.

La alteración de la calidad del agua trae diversas consecuencias, desde la eutrofización producto del aumento de los niveles de nutrientes hasta el cambio de niveles de acides del recurso hídrico. De la misma manera, diversos componentes de los fertilizantes inorgánicos usados en las actividades agrícolas son altamente peligrosos por las enfermedades que se ha comprobado que pueden producir.

El Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Mantaro realizado en los meses de Junio y Julio del 2018 por

la Autoridad Nacional del Agua, manifiesta que: “existen parámetros los cuales presentan valores fuera de los ECA - Agua, tales como: pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica, Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Detergentes, fósforo total, Nitrógeno Total, Sólidos Suspendedos Totales, Sulfuros, Cloruros, hierro, manganeso y plomo, en pocos puntos monitoreados” (ANA, 2018).

El río Ragra, del cual nace la cuenca del río San Juan, no es ajeno a la problemática descrita, tal es así que la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018) ha podido observar que: “a lo largo de su recorrido sus aguas son contaminadas por descargas domésticas con contenido parasitario y patógeno alto, por filtración de impurezas de los relaves mineros, y/o por los procesos industriales que arrojan sustancias tóxicas al cauce de los ríos o quebradas”.

Figura 1 Vista del río Ragra en el C.P. de Quiulacocha



Fuente: (MINAM, 2023)

En ese mismo sentido, Vásquez (2022) manifiesta que: “la contaminación del río Ragra impacta negativamente en el lago Chinchaycocha, que forma parte

de la Reserva Nacional de Junín; esto afecta la salud de la población y la flora y fauna que alberga dicho espacio natural”.

Debido a la complejidad de esta problemática, el 9 de febrero del presente año se ha aprobado el “Plan de acción multisectorial para la recuperación ambiental de la cuenca del río Ragra al 2027” promulgado mediante el Decreto Supremo N° 002 – 2023 – MINAM; cuyo objetivo es: “identificar y realizar acciones para controlar los impactos ambientales negativos provenientes de las actividades extractivas y poblacionales que contaminan el aire, las aguas y los suelos de esa zona del país” (El Peruano, 2023).

Por ello, se vio la necesidad de realizar una evaluación de los principales parámetros de la cuenca del Río Ragra, por ser una de las nacientes de la Cuenca del Río San Juan y estar ubicado dentro de los límites de la región Pasco, con los parámetros monitoreados durante el año 2021 para de ese modo poder ver el estado situacional de la calidad de sus aguas y tratar de deducir las actividades que conllevan a su contaminación.

1.2. Delimitación de la investigación.

Tabla 1 Delimitación de la investigación

Delimitación	Límite
Delimitación espacial	Río Ragra; ubicado en el distrito de Simón Bolívar, provincia y región de Pasco
Delimitación temporal	Se tomaron datos del año 2021
Delimitación del universo	Aguas superficiales del río Ragra
Delimitación del contenido	Contaminación de aguas

Fuente: elaboración propia

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general.

¿Cuál es el estado de la calidad del agua del río Ragra durante el 2021 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental?

1.3.2. Problemas específicos.

- a) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos en el río Ragra durante el 2021?
- b) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos en el río Ragra durante el 2021?
- c) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros microbiológicos en el río Ragra durante el 2021?

1.4. Formulación de objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Evaluar la calidad de agua superficial del río Ragra durante el 2021 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental.

1.4.2. Objetivos específicos.

- d) Cuantificar los parámetros fisicoquímicos del río Ragra durante el 2021.
- e) Cuantificar los parámetros de elementos inorgánicos del río Ragra durante el 2021.
- f) Cuantificar los parámetros microbiológicos del río Ragra durante el 2021.

1.5. Justificación de la investigación.

El agua es el componente principal para el desarrollo de los cultivos y mantenimiento de animales domésticos, es por ello que debemos contar una calidad de agua óptima para el riego y bebida de animales, en cuanto a sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

Las aguas superficiales están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar la calidad del agua en diferentes niveles de intensidad y de maneras simples o complejas.

La calidad del agua es una gran preocupación, por ello debemos comprender el valor del agua y así poder contar con una base consistente para su cuidado, protección, conservación, preservación y restauración del recurso.

Bajo la misma premisa, se considera al agua como un elemento del ecosistema y consecuentemente un activo social. Su problemática de calidad y escasez afectan la producción de alimentos, la salud, la estabilidad política y social. La calidad del agua se ha visto afectada por múltiples factores de carácter natural y de las actividades antropogénicas.

Bajo este aspecto, la presente investigación permite conocer la calidad fisicoquímica del agua superficial de la cuenca del río Ragra cuyos límites se encuentran comprendidos en la región Pasco, de tal modo que proporcionamos información confiable para que se pueda tomar acciones para mantener o mitigar el impacto de las actividades desarrolladas en su área de influencia; así mismo, se pueda brindar a la población información confiables respecto a la problemática del río Ragra y así evitar probables conflictos sociales a futuro.

1.6. Limitaciones de la investigación.

No se ha tenido mayores limitaciones ni dificultades para la realización de esta investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

Nuestra investigación toma como referencia diversos antecedentes de investigación referidas al río Ragra y también del río San Juan por su cercanía a nuestra zona de estudio; los cuales son descritos a continuación:

En primer lugar, tenemos a la tesis de Rojas (2018) intitulada “*Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018*”, que se resume en:

Es de importancia estudiar el problema de la calidad del agua del Río Ragra, ya que dicho río contribuye como afluente al Río San Juan y eso la vez desemboca al Lago Junín, con los resultados obtenidos será el inicio para conocer la calidad del agua, para próximas investigaciones y así buscar mecanismos que aseguren el permanente cumplimiento de los estándares de calidad ambiental, y finalmente poder sugerir medidas que ayudaran a conservar, preservar y restaurar el Río Ragra. Finalizada la investigación se pudo comprobar que los parámetros

físico-químico y microbiológico del Río Ragra no cumple en su totalidad con los ECAS - AGUA que corresponde a la categoría 3 como es el caso de Sólidos Disueltos totales, Metales Totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc) y Microbiología (coliformes fecales). (pág. vi)

En ese mismo sentido, La Torre (2023) presenta la tesis intitulada *“Diagnóstico de la contaminación del río Ragra por el mal manejo de drenaje ácido proveniente del depósito de relave en Pasco”*, que es resumido en:

Se analizaron la contaminación de la zona de Desmonte Excelsior y los Depósitos de relaves en Quiulacocha-Pasco y los potenciales de neutralización y de acidez máximo generados. Se propuso un sistema de tratamiento para el drenaje ácido. Se determinó el área de influencia ambiental. Luego se evaluó el agua superficial, los efluentes, los sedimentos acuáticos y los tratamientos para drenajes ácidos; los muestreos se hicieron en periodos de avenida y estiaje. Para la calidad de suelo las concentraciones de los parámetros, no exceden el estándar, excepto para arsénico (As) y plomo (Pb); para la calidad de aire, no exceden el estándar. Para agua superficial, los parámetros cumplen con el estándar a excepción de algunos metales, el pH, está fuera del rango establecido, algunos sólidos totales en suspensión se encuentran encima del límite. Los depósitos de relaves Quiulacocha son generadores de ácido por tener potencial de neutralización negativo. Para metales en sedimentos acuáticos se usó The Canadian Sediment Quality for the Protection of Aquatic Life, Canadian Environmental Quality Guidelines, norma con dos valores específicos, el Interim sediment quality guidelines (ISQG) límite debajo del cual no se esperan efectos biológicos adversos y el Probable Effect Level (PEL) que informa de las concentraciones sobre las cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia. Para las épocas húmeda y seca,

se supera el ISQG y PEL para el cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc. El tratamiento de las aguas ácidas tiene que ser pasivo, como el canal óxico calizo. (pág.6)

De la misma manera, Pardavé (2022) en su investigación intitulada: *“Evaluación de la calidad física y química de aguas que influyen de las actividades de la unidad minera Cerro S.A.C ubicada en los distritos de Simón Bolívar y Yanacancha, provincia de Pasco 2020”*, que es resumida en:

La subcuenca del río San Juan y río Tingo la que se encuentra en las áreas del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha respectivamente de la Provincia de Pasco de la Región Pasco, las fuentes hídricas que contribuyen para su formación son acuíferos y aguas de escorrentía producto de las lluvias, estas aguas recorren por los distritos de Simón Bolívar y Tinyahuarco donde se encuentra la unidad minera del grupo Volcán, tales como la unidad minera Cerro S.A.C la cual vierten sus aguas con tratamiento al cuerpo receptor de los ríos mencionados afectando en su calidad. Las actividades de la empresa Cerro S.A.C. ha reanudado su producción, lo cual ha generado la preocupación entorno a los ríos de la zona que se exponen a la contaminación por metales y que los habitantes de esta ciudad pudieran estar expuestos a niveles de metales pesados por encima de los límites máximos permisibles, es por ello de su importancia de conocer con claridad de su calidad física y química del agua. La presente investigación será de vital importancia ya que identificaremos si estas aguas que vierten la empresa Cerro SAC cumplen con los límites máximos permisibles. En conclusión de la presente investigación en el río Ragra se puede observar que aguas arriba del vertimiento de la relavera Ocroyoc, la calidad de agua específicamente en los metales totales se evidencia por encima de los estándares de calidad ambiental (ECA) esto se

debe a los lixiviados que genera la desmonteras de la empresa Cerro SAC y desmontera Excelsior de Activos Mineros SAC, asimismo después de vertimiento de aguas de la relavera Ocroyoc se incrementa los sólidos disueltos totales producto que el vertimiento de la relavera Ocroyoc incrementa este los sólidos totales disueltos. De igual forma en el río Tingo se pudo concluir que la desmontera Rumiallana contribuye con la presencia de metales totales ya que en el punto de monitoreo “Río Tingo Palca”, punto ubicado a 600 m. del píe del stock pile Rumiallana se evidencia el incremento de los metales totales. (pág. v)

Por otro lado, Jiménez (2023) presenta la tesis intitulada “*Evaluación de la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el Distrito de Vicco de la Provincia de Pasco – 2022*”, que presenta el siguiente resumen:

El conflicto producto al impacto generado por la mala calidad de aguas del Río San Juan confluida a las aguas de lago Chinchaycocha genero la afectación de tierra de las comunidades, afectación su calidad de agua de la Laguna Chinchaycocha lo cual hasta la actualidad sigue siendo un conflicto ambiental, por lo que es necesario evaluar esta calidad de agua que ingresa las aguas del río en la actualidad a fin de aportar con esta información. El objetivo de la presente investigación es determinar la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco. Finalizada la investigación se pudo evaluar la calidad de agua del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua ya que se evidencio

en los metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar permitido en el río San Juan y en los metales de hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre en lago Junín o Chinchaycocha. La presencia de desmontes y relaves antiguos son arrastrados por el río San Juan y aun se va impactando la calidad de agua del río San Juan como se pudo evidencia la alta presencia de metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar de calidad ambiental para agua. (pág. vi)

De la misma manera, Chirinos (2022) en su investigación *“Índice de calidad de agua y contenido de metales pesados en el río San Juan, Cerro de Pasco”*, ha concluido en el siguiente resumen:

La investigación tuvo por objetivo determinar el índice de calidad de agua y de metales pesados en el río San Juan, ubicado en la Provincia de Pasco, Departamento de Pasco durante el periodo 2012-2018. El desarrollo de la investigación se justificó porque es necesario mostrar los impactos que generan las actividades antropogénicas en este cuerpo de agua, siendo en este caso la presencia de actividad minera y poblacional. Para la estimación de la calidad del agua se aplicó el Índice de Calidad del Agua (ICA CCME) y el Índice de Metales Pesados (HPI), el estudio se basó en los resultados de los monitoreos de calidad de agua de la red de monitoreo de la Autoridad Nacional del Agua de los años 2012 al 2018, en cada punto de monitoreo. Para el ICA CCME se usaron los parámetros de pH, OD, Cianuro, Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, C. termotolerantes, E. coli, As, y Hg; para el HPI se usaron los parámetros de Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn. El estudio utilizó ambos índices de calidad en un periodo total del 2012 al 2018 y en 2 periodos el cual comprendió los años 2012 al 2015 y del 2016 al 2018. Los resultados encontrados evidencian impactos negativos en el río San Juan, el estudio concluyó que la parte alta, media y baja del río San Juan presentan

una calidad de agua de buena, pobre y regular respectivamente, los resultados evidenciaron que para ambos índices la calificación en 2 periodos fue la más realista, a comparación de la evaluación del periodo total que no evidencio las mejoras en la calidad de aguas, en el tramo de la parte media final y parte baja del rio San Juan. Los usos de agua que se pueden dar en el rio San Juan de acuerdo a la calificación obtenida con el índice de calidad de agua ICA CCME, señalan que en la parte alta puede tener uso para la vida acuática, abastecimiento de agua, procesos industriales y riego sin restricciones; en la parte media solo es apto como cuerpo receptor de vertidos de aguas residuales por el grado de contaminación que presentó sus aguas; en la parte media final y baja su calificación fue regular y se recomienda el uso para riego restringido, explotación manual de materiales de construcción y recreación con contacto restringido. (pág. 4)

Sumado a lo ya descrito, Villarreal (2016) en su tesis "*Calidad de agua del río San Juan, en el departamento de Pasco*", menciona el siguiente resumen:

La presente tesis consiste en determinar la calidad del agua superficial del río San Juan; para lo cual se ha evaluado los monitoreos históricos proporcionados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) durante los años 2001-2011 y también se ha realizado dos monitoreos como parte de la investigación tanto en época de avenida y en época de estiaje durante el año 2014. El objetivo general del presente trabajo radica en identificar a los elementos metálicos, físicos-químicos y microbiológicos, así como las posibles fuentes de contaminación que ocasionan la presencia de aquellos elementos, ante el desarrollo de las actividades mineras y las descargas de aguas residuales domésticas. La zona de estudio se ubica en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Huaraucaca en el departamento de Pasco, a una altitud de 4380

m.s.n.m. Con la finalidad de evaluar la calidad del agua en la zona de estudio se monitorearon en seis estaciones de monitoreo de calidad de agua a lo largo del río San Juan, las cuales fueron ubicadas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), antes encargada de los monitoreos del agua. Los valores registrados en campo y laboratorio de los cuerpos de agua naturales fueron comparados con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), categoría 3: Riego para Vegetales y Bebida de Animales. (pág. 8)

Finalmente, el Centro de Cultura Popular Labor (2020) ha realizado el estudio “*Condiciones de la calidad ambiental y exposición humana a metales pesados en Cerro de Pasco - Perú*”, el cual presenta las siguientes conclusiones respecto a la calidad de agua del río Ragra:

Todas las aguas de la Quebrada Quiulacocha, pasan a formar el río Ragra hasta su confluencia con el río San Juan. La muestra A7, recolectada en el río Ragra aguas arriba de la comunidad campesina de Yurajhuanca (cerca del puente Yurajhuanca), mostró tener un pH ligeramente alcalino (pH 8.1) y CE de 3402 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (alto contenido mineral). Además, los niveles de manganeso en dicha muestra A7, superan 220 veces el ECA para agua de uso poblacional y recreacional (que puede ser potabilizada con desinfección), los cuales también son superados para el hierro (10 veces), cadmio (5 veces), y el doble para plomo y CE. Las concentraciones de zinc sobrepasan además más de 43 veces el ECA para la conservación del ambiente acuático en ríos, mientras que el talio tiene niveles 46 veces por encima del recomendado por la EPA para la protección de la salud humana. La muestra A8 en el río Ragra, recolectada a unos 200 metros de la salida de las aguas de la minera Aurex S.A. aguas más abajo a unos 600 metros antes de la confluencia con el río San Juan, mostró una calidad química

muy similar a la muestra A7. Una evaluación conducida por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) alrededor de este punto en junio 2015 reveló, además, la presencia de concentraciones de sulfatos y plata por encima de los ECA para agua de riego de vegetales y bebida de animales. A pesar de que los niveles de arsénico en los puntos A7 y A8 han disminuido en comparación con Setiembre 2016, las concentraciones de cadmio y de manganeso aumentaron más de 4 veces. (pág.41)

2.2. Bases teóricas – científicas.

En la actualidad, conocer la calidad del agua superficial es una necesidad para las sociedades e industrias aledañas a un recurso hídrico. Por ello, se ha considerado las siguientes bases teóricas:

2.2.1. Recursos hídricos.

De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL, 2020), “los recursos hídricos consisten en agua dulce y salobre, independientemente de su calidad, en cuerpos de agua continentales, incluidas las aguas superficiales y subterráneas”.

Para Portillo (2023): “los recursos hídricos son depósitos de agua dulce que se encuentran en varios estados físicos y están o pueden estar disponibles y pueden ser utilizados por los seres humanos y demás seres vivos para satisfacer ciertas necesidades”.

Por otro lado, el artículo 1 de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338, 2009) menciona que: “El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación”. La promulgación de la presente ley también permite la creación del Sistema

Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) como ente rector del mismo.

Los recursos hídricos son fundamentales para el sustento de la vida, y también para poder mantener el equilibrio fisicoquímico del planeta.

2.2.2. Agua superficial.

Las aguas superficiales permanecen encima del suelo en contacto directo con la atmósfera. Dichos cuerpos de agua recogen el agua de la lluvia, manantiales y escorrentías de otras fuentes de agua; teniendo como destino final una masa de agua más grande, como los ríos que llegan al océano.

De acuerdo a lo mencionado por Rothsuh (2022): “las aguas superficiales pueden distinguirse según diferentes criterios y el primer tipo puede ordenarse según el nivel de modificación que presentan”; en ese sentido se logra tipificar en: aguas superficiales naturales, aguas superficiales artificiales y aguas superficiales modificadas.

La misma autora, hace mención que se pueden hacer una segunda clasificación según su movimiento, teniendo en este caso: aguas lénticas, las cuales no tienen movimiento y son consideradas estáticas como los lagos; y, las aguas lólicas, que llevan una determinada dirección y son dinámicas como los ríos.

Concluyentemente, entre los diversos tipos de aguas superficiales tenemos a: los ríos, los manantiales, los lagos, las lagunas, los humedales, los pantanos o humedales, los lagos temporales, los estanques.

2.2.3. Calidad del agua.

“La calidad del agua es entendida, desde un punto funcional, como la capacidad del agua para responder a sus usos; por otro lado, desde un punto de

vista ambiental, la calidad del agua es conocer las condiciones que deben darse en el agua para mantener un ecosistema equilibrado. Así mismo, desde un punto de vista descriptivo, la calidad del agua es el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas” (MMA, 2000).

Los ríos son sistemas dinámicos generadores de diversos servicios ecosistémicos que benefician a los seres vivos. El curso de sus aguas opera como corredores, barreras, fuentes y sumideros. Lamentablemente, estas características los han convertido en propensos a que su calidad se deteriore por distintas actividades antropogénicas que los alteran en su estructura, composición y funciones.

Con lo descrito, podemos aseverar que la calidad del agua es afectada por diversas variables naturales y humanas, que actúan en relación a su cantidad, en su uso, y en las actividades que se da en el recurso hídrico.

A lo largo de los años, diversas actividades producen impactos a estos ecosistemas acuáticos, entre los cuales podemos mencionar: “la intensa regulación causada por la presencia de embalses, derivaciones, vertidos (urbanos, industriales, agrícolas), detracciones, retornos, trasvases, cambios de usos del suelo y procesos de urbanización de la cuenca, incendios, plantaciones, entre otros” (Olledo, 2011, citado por Hernández, 2014).

Respecto a la funcionalidad, puede entenderse a la calidad del agua, como: “la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella” (Confederación Hidrográfica del Júcar, O.A., 2007). De la misma manera, se menciona que, respecto a un punto de vista ambiental, la calidad del agua es definida como: “las condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados

objetivos de calidad (CHJ, 2007); es decir, la calidad del agua es definido ambientalmente, como las características físicas, químicas y microbiológicas que la definen y diferencian.

2.2.4. Problemas que impactan en la calidad del agua.

De acuerdo a lo descrito por Bauer et al. (2017), son varios los problemas que impactan en la calidad de agua en nuestro país, de las cuales destacamos:

Tabla 2 Problemas de la calidad del agua

Problema	Causa y/o impacto
Minería y metales pesados	Debido al vertimiento de aguas residuales de la industria minera, que contiene residuos de minerales e insumos químicos utilizados en el proceso productivo.
Efluentes provenientes de la minería informal	Los procesos artesanales en la obtención de ciertos minerales, producen vertimientos directos a los cuerpos de agua cercanos a través de sus relaves y drenajes ácidos de mina.
Pasivos ambientales mineros	Existencia de diversas instalaciones, depósitos, restos o efluentes que antes eran dedicados a la explotación minera y que en la actualidad se encuentran en estado de abandono; aún siguen deteriorando la calidad de los cuerpos de agua a través de vertimientos y drenajes continuos.
Aguas residuales municipales	Quizás es uno de los grandes problemas que aqueja a las poblaciones asentadas a lo largo de las riberas de los cuerpos de agua que aún no han tenido vías de solución a pesar de la normativa de control existente
Agroquímicos	La agricultura es la mayor fuente no puntual de fósforo en las aguas superficiales; siendo las escorrentías las vías de transporte de estos residuos fertilizantes de los suelos.
Residuos sólidos	La existencia de botaderos, principalmente informales; afectan la calidad del agua, ya que al discurrir el agua tiempos lluviosos arrastran desperdicios y distintos contaminantes a los cuerpos de agua más cercanos.
Contaminantes naturales	La formación geológica cercana a la cordillera de los Andes, es el principal causante de la presencia natural de arsénico en las aguas superficiales y subterráneas.

Fuente: (Bauer y otros, 2017)

2.2.5. Estándar de calidad ambiental para agua.

Los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecen: “los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente” (MINAM, 2019).

En nuestro país se ha establecido este instrumento de gestión ambiental, con la finalidad de medir el estado de la calidad del ambiente, cuya evaluación periódica permite conocer su cumplimiento y poder tomar las acciones correctivas.

El Decreto Supremo N° 004 – 2017 promulgado por el Ministerio del Ambiente de nuestro país, es la normativa que establece los ECA para Agua, el cual regula 104 parámetros entre los que se encuentran elementos microbiológicos y físico - químicos.

El Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) clasifica a los cuerpos de agua teniendo en cuenta categorías y subcategorías en calidad de cuerpos receptores, tal como consta en la siguiente tabla:

Tabla 3 Categorías y subcategorías de los cuerpos de agua

Categorías	Subcategorías
Categoría 1: Poblacional y Recreacional	<p>Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</p> <ul style="list-style-type: none"> • A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección • A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional • A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado <hr/> <p>Subcategorías B: Agua superficiales destinadas para recreación</p> <ul style="list-style-type: none"> • B1: Contacto primario • B2: Contacto secundario
Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales	<p>C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicadas en aguas marinos costeras</p> <p>C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras</p> <p>C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras</p> <p>C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas</p>
Categoría 3: Riego de Vegetales y bebidas de animales	<p>D1: Riego de vegetales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua para riego no restringido • Agua para riego restringido <p>D2: Bebida de animales</p>
Categoría 4: Conservación del medio ambiente acuático	<p>E1: Lagunas y lagos</p> <p>E2: Ríos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ríos de la costa y sierra • Ríos de la selva <p>E3: Ecosistemas costeras y marinas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estuarios • Marinos

Fuente: D.S N° 004-2017-MINAM

Los ECA- Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo condiciones naturales o niveles de

fondo, y el diseño de normas legales, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Es un instrumento útil para evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua en las cuencas hidrográficas del país. (Autoridad Nacional del Agua, 2019)

2.2.6. Parámetros de la calidad del agua.

Torres (2018) define al parámetro como: “una variable numérica que describe una magnitud física; por tanto, para que un número describa una magnitud física es necesario describir cuál es esa unidad física, en qué unidades se mide y qué tipo de amplitud es”.

La siguiente tabla, muestra los principales indicadores de calidad de agua que corresponde a la categoría 3 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM que establece los estándares de calidad ambiental para agua.

Tabla 4 Principales parámetros de la categoría 3 de los ECA para agua

Parámetros	Unidad de medida	Riego de vegetales	Bebida de animales
Fisicoquímicos			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Conductividad	(μ S/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$
Inorgánicos			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2,5	2,5
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,01
Níquel	mg/L	0,2	1
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Zinc	mg/L	2	24
Microbiológicos y parasitológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	1000
Escherichia coli	NMP/100ml	1000	**

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

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

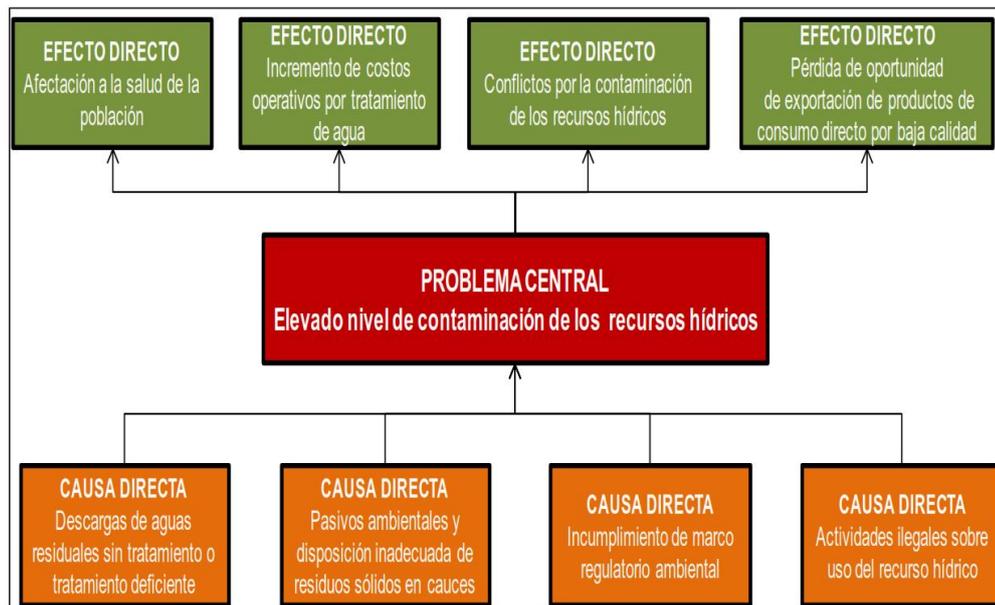
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Fuente: D.S N° 004-2017-MINAM

2.2.7. Contaminación hídrica.

Viene a ser la acumulación de una o diversas sustancias ajenas al agua que pueden generar diversos efectos; tal es el caso, del desequilibrio en la vida de los seres vivos (animales, plantas y personas).

Figura 2 Causas y efectos de la contaminación de los recursos hídricos



Fuente: (Bauer y otros, 2017)

Las causas y consecuencias de la contaminación de los recursos hídricos, han sido resumidas en la figura 2, teniendo como problema central al elevado nivel que se puede presentar en ellas.

2.3. Definición de términos básicos.

- **Agua residual:** “Efluentes líquidos acuosos provenientes como desecho de la actividad urbana, industrial, ganadera o agrícola caracterizado por haber perdido en el proceso alguna de sus características de calidad debido a la adición de sustancias disueltas o en suspensión o de agentes biológicos” (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2018).
- **Agua subterránea:** “Agua situada bajo la superficie del terreno relleno el espacio vacío entre las rocas, o el material poroso, y que se extiende por toda la zona considerada como saturada” (Bauer y otros, 2017).
- **Bicarbonatos:** “Sal que se forma a partir de ácido carbónico y que tiene un átomo de hidrógeno que se puede sustituir por un metal. Los bicarbonatos se encuentran en equilibrio con carbonatos, agua y dióxido de carbono (CO₂),

Este equilibrio interviene en gran multitud de procesos naturales y artificiales; por lo tanto, Los carbonatos y bicarbonatos son sales presentes en el agua que a mayor concentración aumentan el pH” (INTAGRI, 2017).

- **Calidad:** “Término que cuando se emplea referido a la composición de un agua se refiere a su adecuación a un uso concreto” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).
- **Color del agua:** “Es la característica que hace parecer el agua de un color en determinado. Las principales especies responsables del color orgánico natural en el agua, de acuerdo con la naturaleza del suelo, son los ácidos fúlvicos, himatomelánicos y húmicos, conocidos en su conjunto como sustancias húmicas, las mismas que contienen elementos como los iones metálicos naturales, hierro, manganeso, materia orgánica relacionada con el plancton y restos vegetales, dependiendo de la fuente donde se encuentra” (Tenesaca & García, 2017).
- **Coliforme:** “Bacterias Gram negativas de morfología bacilar, capaces de fermentar lactosa con producción de gas a temperaturas de 35° o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44° o 44.5°C se denominan coliformes fecales” (Bauer y otros, 2017).
- **Contaminante:** “Cualquier forma de materia o energía ajena a la composición natural del agua” (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2018).
- **DBO:** “Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días. Medida de la cantidad de oxígeno consumida en la oxidación del material carbonoso de una muestra

de agua, por la población microbiana, a lo largo de cinco días de incubación” (Moreno y otros, 2003).

- **Detergentes:** “Productos químicos que se utilizan en grandes cantidades para la limpieza doméstica e industrial y actúan como contaminantes cuando se encuentran en el agua. Este tipo de sustancias se denominan tensoactivas, ya que tienen la capacidad de alterar la tensión superficial (disminuyen la atracción de las moléculas de agua entre sí en la superficie) del agua. El poder contaminante de los detergentes se manifiesta al entrar en contacto con las fuentes naturales de agua, ya que su acción provoca una disminución en la solubilidad del oxígeno disuelto con lo cual se dificulta la vida acuática, en los vegetales inhibe en el proceso de la fotosíntesis originando la muerte de la flora y la fauna del medio” (Varela & Suárez, 2010).
- **Depuración natural:** “Depuración en la que no interviene el hombre, mediada por procesos naturales como la degradación bacteriana, oxidación, dilución o la interacción con la matriz sólida del terreno” (MINAM, 2019).
- **DQO:** “Demanda química de oxígeno. Se trata de un ensayo empleado para la medida del contenido en materia orgánica de una muestra de agua residual” (Moreno y otros, 2003).
- **Fertilizante:** “Sustancia natural o de síntesis que contiene alguno de los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal y que se añade a los cultivos con el fin de mejorar el rendimiento de las cosechas” (Bauer y otros, 2017).
- **Infiltración:** “Flujo del agua o de otro fluido a través de los poros de un cuerpo sólido. Flujo del agua a través del suelo” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

- **Nitrificación:** “Proceso por el cual el amoníaco es oxidado a nitrito y luego a nitrato mediante reacciones bacterianas o químicas” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).
- **Oxígeno disuelto (OD):** “Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. La presencia de oxígeno en el agua es indispensable para la vida acuática y depende de las condiciones ambientales, ya que su cantidad aumenta al disminuir la temperatura o aumentar la presión” (Vivas, 2011).
- **Recarga:** “Porción del agua superficial que atravesando la zona no saturada llega al acuífero y contribuye a aumentar sus reservas” (Bauer y otros, 2017).
- **Sólidos en suspensión:** “Sólidos insolubles, de naturaleza orgánica o inorgánica, suspendidos en el seno de la solución acuosa que pueden ser separados mediante técnicas físicas” (Instituto Geológico y Minero de España, 2017).
- **Sulfatos:** “Representan un componente natural de las fuentes de aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad. Pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el en el agua y, en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido. Un alto contenido de sulfatos puede cambiar el sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. El sulfato cuando se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, puede desencadenar problemas de corrosividad” (Barrenechea, 2004).
- **Temperatura del agua:** “La temperatura es una de la constante física que tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se

realizan en el agua, tales como la solubilidad de los gases y de las sales, así como en las reacciones biológicas, las cuales tienen una temperatura óptima para poder realizarse. De acuerdo al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la variación de la temperatura del agua depende mucho del clima local y las influencias del entorno, lo que significa que un aumento de la temperatura de la fuente puede producir disminución del oxígeno disuelto, capaz de producir posibles daños a los organismos acuáticos aeróbicos, regeneradores naturales de la calidad” (Rodríguez, 2009).

- **Turbidez:** “Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

2.4. Formulación de hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general.

La calidad de agua del río Ragra sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- a) Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2.
- b) Las concentraciones de elementos inorgánicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2.
- c) Las concentraciones de los parámetros microbiológicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2.

2.5. Identificación de variables.

Las variables de trabajo para las hipótesis formuladas son las siguientes:

- **Variable independiente:** Estándar de calidad ambiental para agua.
- **Variable dependiente:** Calidad de agua del río Ragra.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 5 Operacionalización de las variables de investigación.

Variables	Tipo de Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Estándar de calidad ambiental para agua.	Independiente	Medidas de la concentración de presentes en el agua en la condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.	Categoría 3 – D1: Riego de vegetales Categoría 3 – D2: Bebida de animales	Valores normales según norma	D.S N° 004-2017-MINAM
Calidad de agua.	Dependiente	Condiciones del agua respecto a características físicas, químicas y biológicas en forma natural o después de alteraciones por acción humana	Parámetros fisicoquímicos Elementos inorgánicos Parámetros microbiológicos	Concentraciones según parámetro medido	Registro de verificación

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.

De acuerdo a Hernandez et al. (2014), esta investigación es del tipo básica, debido a que se busca ampliar los conocimientos de las ciencias ambientales sin interés futuros. Es decir, con esta investigación comparamos las mediciones realizadas en los monitoreos participativos con los estándares de calidad ambiental para agua, y de ese modo apoyar a que los organismos competentes puedan tomar acciones para reducir ciertas concentraciones.

Bajo ese mismo enfoque, y tomando en cuenta la tipología de Tamayo (2003), nuestra esta investigación es descriptiva; teniendo en cuenta el registro, análisis e interpretación de la naturaleza de las variables en estudio. Con todo ello, se especifica la situación problemática relacionando las variables de la investigación identificadas.

Finalmente, bajo la temporalidad que se realiza, la investigación que hemos realizado es del tipo transversal, por la comparación realizada a las variables en un momento concreto.

3.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación de esta tesis le corresponde a un estudio descriptivo, ya que se lleva a cabo a partir de recolección de resultados realizados en los dos monitoreos participativos realizados en el año 2021 y que luego han sido comparados con los valores que especifica la normativa existente.

3.3. Métodos de investigación.

Nuestra investigación tiene un enfoque cuantitativo, que implica el uso del método científico, por el cual se formula el problema; planteamos las hipótesis; contrastamos las mismas a partir de los resultados obtenidos; y, arribamos a conclusiones en relación a los objetivos formulados inicialmente.

Así mismo, y de acuerdo a lo expuesto por Sánchez & Reyes (2006), podemos mencionar que se ha trabajado con un método descriptivo, ya que se explican los resultados de acuerdo a como se presentan evitando distorsiones.

3.4. Diseño de la investigación.

El diseño de nuestra investigación es no experimental, ya que no se manipuló las variables en estudio de manera intencional. Lo mencionado, afirma que el diseño propuesto está basado en el análisis de las ocurrencias posterior a su realización.

3.5. Población y muestra.

La población de esta investigación está comprendida por el río Ragra con un caudal aproximado de 1.36 m³/s (ALA Pasco, 2013), cuyas aguas se dan inicio en el Centro Poblado de Paragsha y discurren hasta el río San Juan.

La figura a continuación, nos muestra el recorrido del río Ragra desde su nacimiento en la ciudad de Cerro de Pasco, hasta su tributación al río San Juan, después del centro poblado de Yurajhuanca.

Figura 3 Extensión del Río Ragra



Fuente: Google Earth

Para nuestra investigación se han tomado 7 puntos de monitoreo que han sido considerados en los informes de monitoreos participativos y que se especifican:

Tabla 6 Puntos de monitoreo en el río Ragra

Punto de monitoreo	Ubicación
RRagr1	Río Ragra, derivación derecha, aproximadamente a 60 m antes de la confluencia con la derivación izquierda (margen izquierda).
RRagr2	Río Ragra, derivación izquierda, aproximadamente a 40 m antes de la confluencia con la derivación derecha (margen derecha).
RRagr3	Río Ragra, aproximadamente a 50 m antes de tributar al río San Juan (margen derecha).
RRagr4	Río Ragra, después del vertimiento de aguas residuales tratadas de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.
RRagr5	Río Ragra, antes del vertimiento de aguas residuales tratadas de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.
RRagr6	Río Ragra, inicio de la derivación margen izquierdo.
RRagr7	Río Ragra, inicio de la derivación margen derecha.

Fuente: Observatorio del Agua ANA

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnica de recolección de datos.

La técnica que se ha utilizado fue la observación y de recopilación de fuentes documentales; tal es el caso de los dos informes de monitoreo participativo de la unidad hidrográfica de la cuenca Mantaro que ha sido realizado por la Autoridad Nacional del Agua en el año 2021, del cual se ha participado como personal de apoyo en la toma de muestras.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

La recopilación de datos ha sido consolidada en las fichas de registro respectivas, de acuerdo a los parámetros medidos en los puntos de monitoreo establecidos y descritos anteriormente.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Al tener un enfoque cuantitativo, nuestra investigación ha trabajado en términos numéricos, bajo una escala medición que nos facilita una representación estadística.

Los datos obtenidos han sido registrados digitalmente en archivos de extensión CSV y manejados a través de hojas de cálculo, los cuales son compatibles con la variedad de software estadístico que existe en la actualidad.

3.8. Tratamiento estadístico.

Luego de la recolección de datos, se ha trabajado con diversas herramientas que corresponden a la estadística descriptiva para aplicar el análisis cuantitativo y comparativo con las variables en estudio. Todo ello nos ha sido posible con el uso de diverso software de manejo estadístico.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.

Se ha respetado el Decálogo y el Reglamento del Código de Ética del Investigador aprobado en nuestra universidad con resolución de Consejo Universitario N° 0412 – 2019 – CU – UNDAC.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.

4.1.1. Localización de la zona en estudio.

El vertimiento de aguas residuales del centro poblado de Paragsha, permite el nacimiento del río Ragra, el cual tiene un recorrido longitudinal de 7941 metros, con un ancho variable entre 1 y 3.5 metros.

Figura 4 Río Ragra



Fuente: MINAM (2023)

Su recorrido atraviesa los alrededores de las desmonteras de Óxidos y Pirita de la empresa Cerro S.A.C., los pasivos ambientales de la desmontera

Excélsior y relavera Quiulacocha, y los centros poblados de Quiulacocha y Yurajhuanca.

Figura 5 Río Ragra en cercanía a desmonteras



Fuente: MINAM (2023)

Sus aguas son descargadas al río San Juan aproximadamente a un kilómetro de distancia de la población de Yurajhuanca.

Figura 6 Río Ragra descargando al río San Juan



Fuente: MINAM (2023).

4.1.2. Planificación del monitoreo.

El monitoreo del agua en el río Ragra fue llevado a cabo de acuerdo a lo establecido por el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, cuya aprobación ha sido dada mediante Resolución Jefatural N° 10 – 2016 – ANA.

En primera instancia se realizó el reconocimiento del área de estudio para localizar y establecer los puntos de monitoreo, los cuales han sido codificados y se especifican en el capítulo anterior.

Figura 7 Reconocimiento del área de estudio



Fuente: ALA Pasco (2019)

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) viene realizando desde el año 2012 monitoreos participativos de calidad de agua superficial en todas las cuencas a nivel nacional. En el caso de la cuenca Mantaro, el ANA ha ejecutado 35 monitoreos cuyos datos se encuentran registrados en el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH).

Para el año 2021 estableció dos monitores: el primero realizado entre la segunda quincena del mes de mayo y primera quincena del mes de Julio; y el segundo, entre los meses de setiembre y octubre.

Las subcuencas y tributarios de la cuenca Mantaro están comprendidas en la sub categorías A1 y A2 de la categoría 1: Poblacional y Recreacional; sub categorías D1 y D2 de la categoría 3: Riego de Vegetales y bebidas de animales; y las sub categorías E1 y E2 de la categoría 4: Conservación del medio ambiente

acuático. Para el caso del río Ragra, sus aguas están categorizadas para riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2); por ello, se ha trabajado bajos los valores para esta categoría cuyos datos se encuentran en los anexos.

Cabe resaltar que, a pesar de contar con los datos de diversos parámetros medidos, en el análisis de esta tesis solo se ha tomado en cuenta los más importantes y los que causan mayor impacto en desmedro de la zona en estudios.

Figura 8 Calibración de multiparámetro



Fuente: imagen propia.

Finalmente, se ha participado de la calibración de los principales equipos de medición in situ, así como también, se ha participado de las charlas previas de protocolos de monitoreo y seguridad en el trabajo de campo.

4.1.3. Participación del monitoreo.

El monitoreo del agua en los puntos que pertenecen al río Ragra fue llevado a cabo en primera instancia el 26 de mayo y el 22 de setiembre del 2021. En ambas fechas, se participó activamente como parte del equipo de apoyo de la Autoridad Local del Agua Pasco.

Figura 9 Monitoreo participativo en el río Ragra



Fuente: imagen propia

Se realizaron la medición de los parámetros de campo, así mismo la toma de muestras correspondientes en los puntos de monitoreo previamente georeferenciados.

Figura 10 Toma de muestra en el río Ragra



Fuente: imagen propia.

Así mismo, cada muestra ha sido rotulada y etiquetada de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, los lineamientos del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las instrucciones del laboratorio autorizado. Para luego, ser registradas en las fichas de monitoreo respectivas y cadena de custodia, cuyo formato se puede apreciar en los anexos, para que puedan ser transportados al laboratorio acreditado encargado de su análisis.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

Los resultados del laboratorio nos han sido proporcionados por la Autoridad Local del Agua para su análisis y que a su vez han sido registrados en el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH).

4.2.1. Concentraciones de parámetros físicoquímicos.

A continuación, mostramos los resultados de las mediciones de los parámetros físicoquímicos que corresponden al primer monitoreo participativo.

Tabla 7 Parámetros físicoquímicos medidos en el primer monitoreo 2021

PARAMETROS	UNIDAD	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5	RRagr6	RRagr7
Aceites y Grasas	mg/L	2.2	15.5	6.9	6.9	10.4	35.8	14.3
Conductividad	(μ S/cm)	1591	682.9	2235	2355	1480	800.1	568.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5.3	36	11.3	12.6	13.7	86.9	20.4
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	18.6	103.3	47.4	45.5	57.7	283	135.9
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.629	6.025	5.796	5.787	5.81	4.71	4.963
pH	Unidad de PH	8.427	7.873	8.454	8.407	8.44	8.572	8.49
Temperatura	°C	12.519	10.626	13.65	12.943	12.752	8.691	7.689

Fuente: Observatorio del agua (2021)

De la misma manera, presentamos los resultados de las mediciones de los parámetros físicoquímicos que corresponden al segundo monitoreo participativo.

Tabla 8 Parámetros fisicoquímicos medidos en el segundo monitoreo 2021

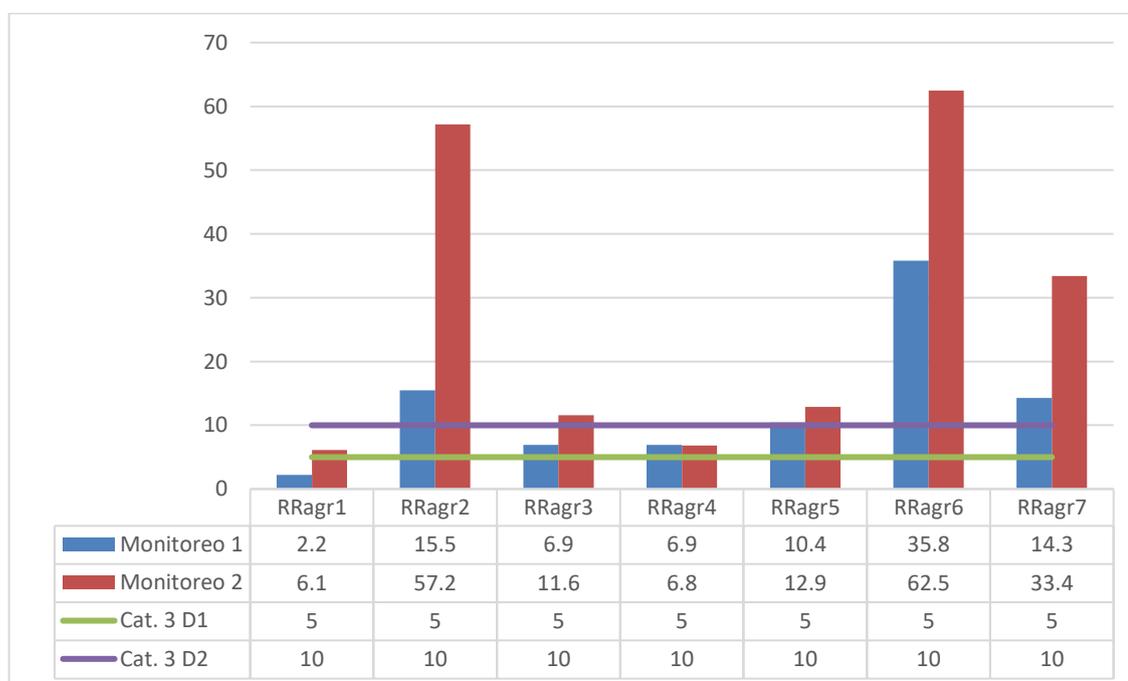
PARAMETROS	UNIDAD	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5	RRagr6	RRagr7
Aceites y Grasas	mg/L	6.1	57.2	11.6	6.8	12.9	62.5	33.4
Conductividad	(μ S/cm)	1170	631.4	2617	2692	1475	907.2	580.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOs)	mg/L	3.7	533.8	21.1	12.6	20.6	551.3	276.7
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10.7	127	62.9	29.7	52.7	192.1	179.7
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.71	4.132	5.172	6.241	5.815	3.233	3.68
pH	Unidad de PH	8.252	8.171	8.44	8.384	8.307	8.254	8.605
Temperatura	$^{\circ}$ C	13.112	13.131	12.387	12.156	12.875	10.162	8.818

Fuente: Observatorio del agua (2021)

A. Aceites y grasas

La categoría 3 – D1 del Estándar de calidad ambiental para agua establece que la cantidad máxima de aceites y grasas debe ser de 5 mg/L y para la categoría 3 – D2 debe ser menor a 10 5 mg/L. Veamos los resultados en los periodos en estudio.

Figura 11 Aceites y grasas (mg/L)



Fuente: elaboración propia.

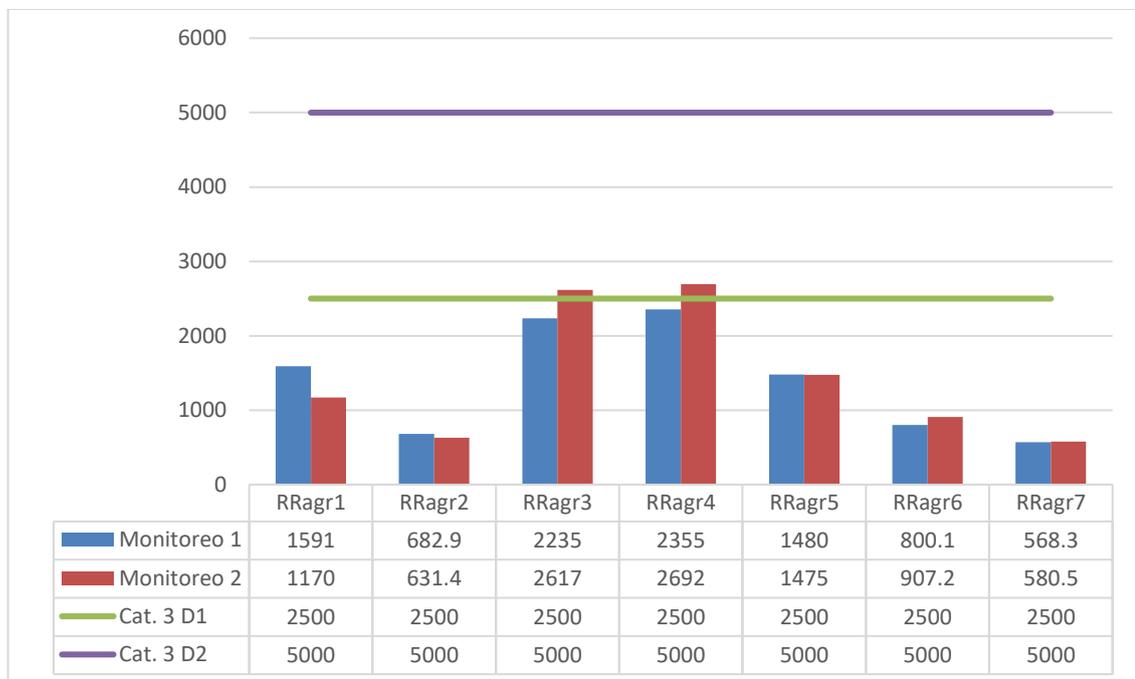
Es apreciable que, en el primer monitoreo se cumple los estándares para este parámetro medido solamente en el primer punto de monitoreo en lo que respecta a la sub categoría D1 y, se cumple en los puntos RRagr1, RRagr3 y RRagr4 para los estándares de la subcategoría D2.

Por otro lado, en el segundo monitoreo no se cumple en ningún punto de monitoreo para los estándares de la categoría D2 y en ningún caso para la sub categoría D1.

B. Conductividad

La categoría 3 – D1 del Estándar de calidad ambiental para agua establece que la conductividad debe ser menor a 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para la categoría 3 – D2 debe ser menor a 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Veamos los resultados en los periodos en estudio.

Figura 12 Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



Fuente: elaboración propia

Como puede apreciarse, en ninguno de los puntos de monitoreo se sobrepasa los mínimos valores establecidos en las dos subcategorías de la Categoría 3 del ECA-Agua en el primer monitoreo.

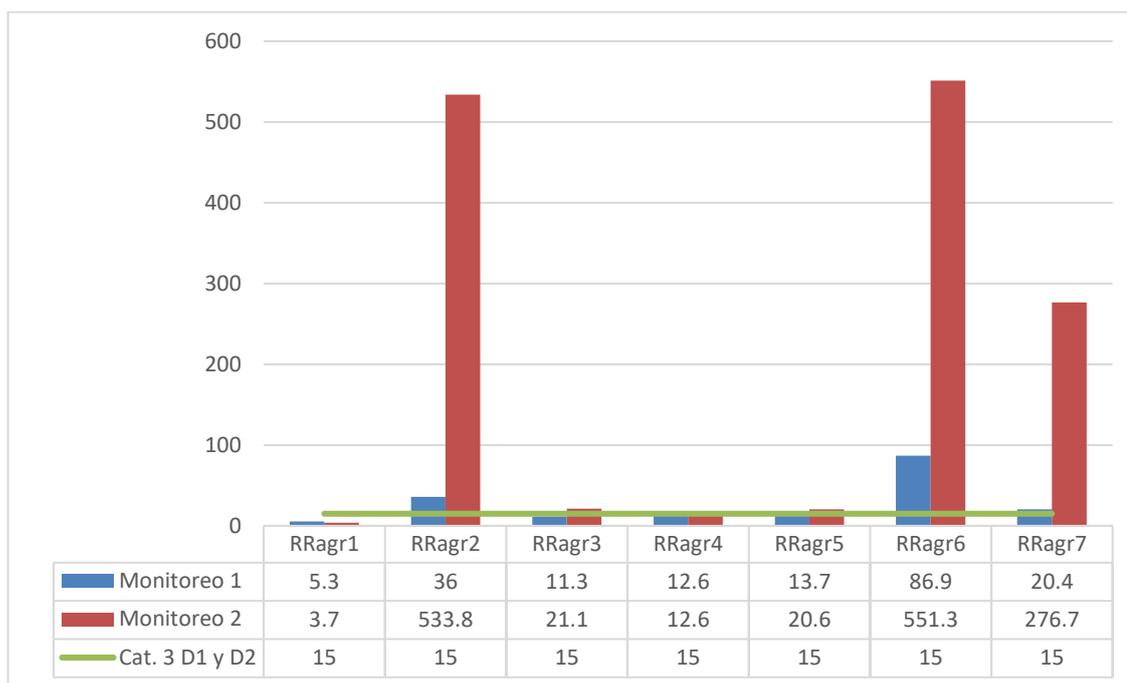
Sin embargo, se sobrepasa ligeramente en dos puntos de monitoreo para la subcategoría D1 durante el segundo monitoreo.

C. Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La categoría 3 del Estándar de calidad ambiental para agua establece que el DBO₅ debe ser menor o igual a 15 mg/L en ambas subcategorías en evaluación.

En la figura siguiente, podremos apreciar que en la mayoría de puntos de monitoreo no se cumple con lo establecido en la normatividad; al mismo tiempo que, es preocupante los datos que se han obtenido en los puntos de monitoreo RRagr2, RRagr6 y RRagr7 que durante el segundo monitoreo han sobrepasado ampliamente los valores límites de demanda bioquímica de oxígeno.

Figura 13 Demanda bioquímica de Oxígeno (mg/L)



Fuente: elaboración propia

D. Demanda química de Oxígeno (DQO)

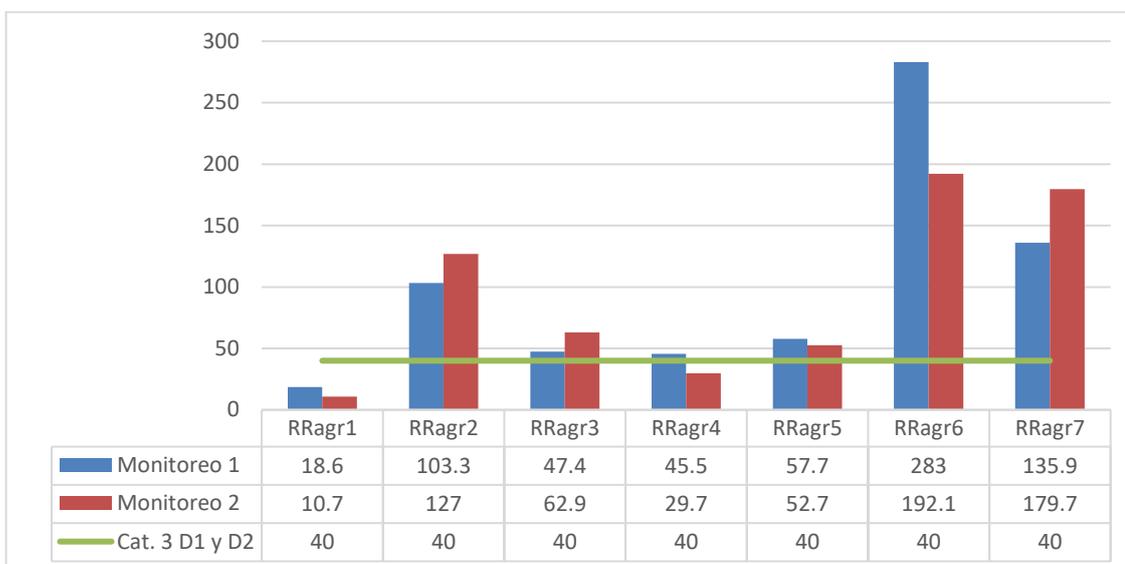
En el caso de este parámetro, la categoría 3 del ECA - agua establece que el DQO debe ser menor o igual a 40 mg/L en ambas subcategorías en evaluación.

Al igual que el parámetro anterior, en la mayor parte de puntos de monitoreo no se ha cumplido con los valores que exige la normativa.

A ello hay que sumar que, en los dos últimos puntos de monitoreo se sobrepasan ampliamente en ambos monitoreos dados.

La gráfica a continuación nos permite explicar lo detallado en los párrafos anteriores.

Figura 14 Demanda química de Oxígeno (mg/L)

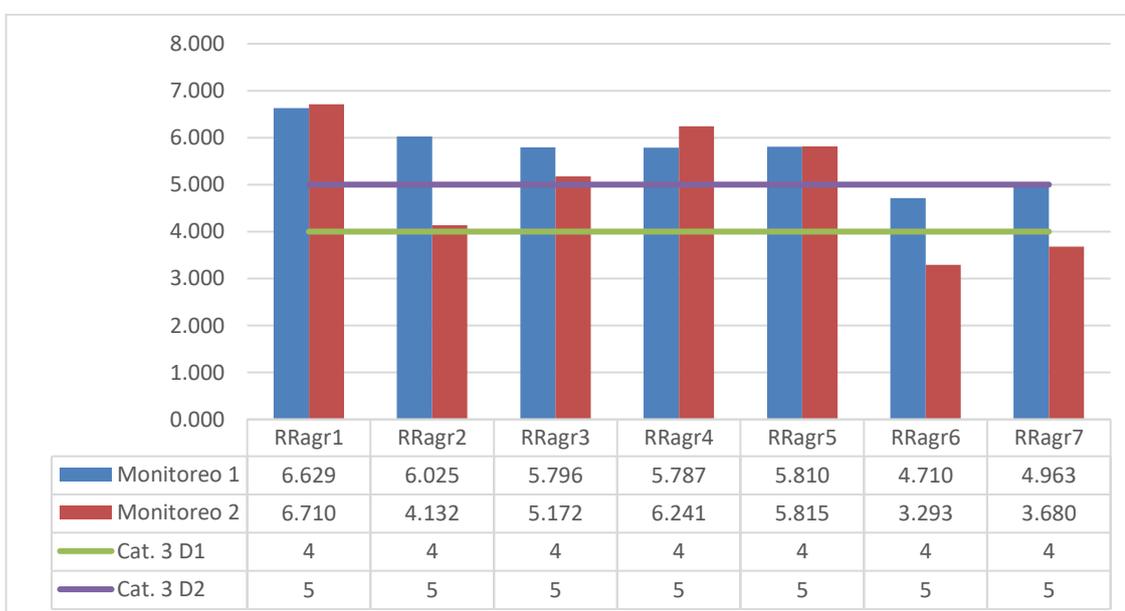


Fuente: elaboración propia

E. Oxígeno disuelto

La categoría 3 – D1 del ECA para agua establece que el Oxígeno disuelto debe ser de 4 mg/L y para la categoría 3 – D2 debe ser de 5 mg/L.

Figura 15 Oxígeno disuelto (mg/L)



Fuente: elaboración propia.

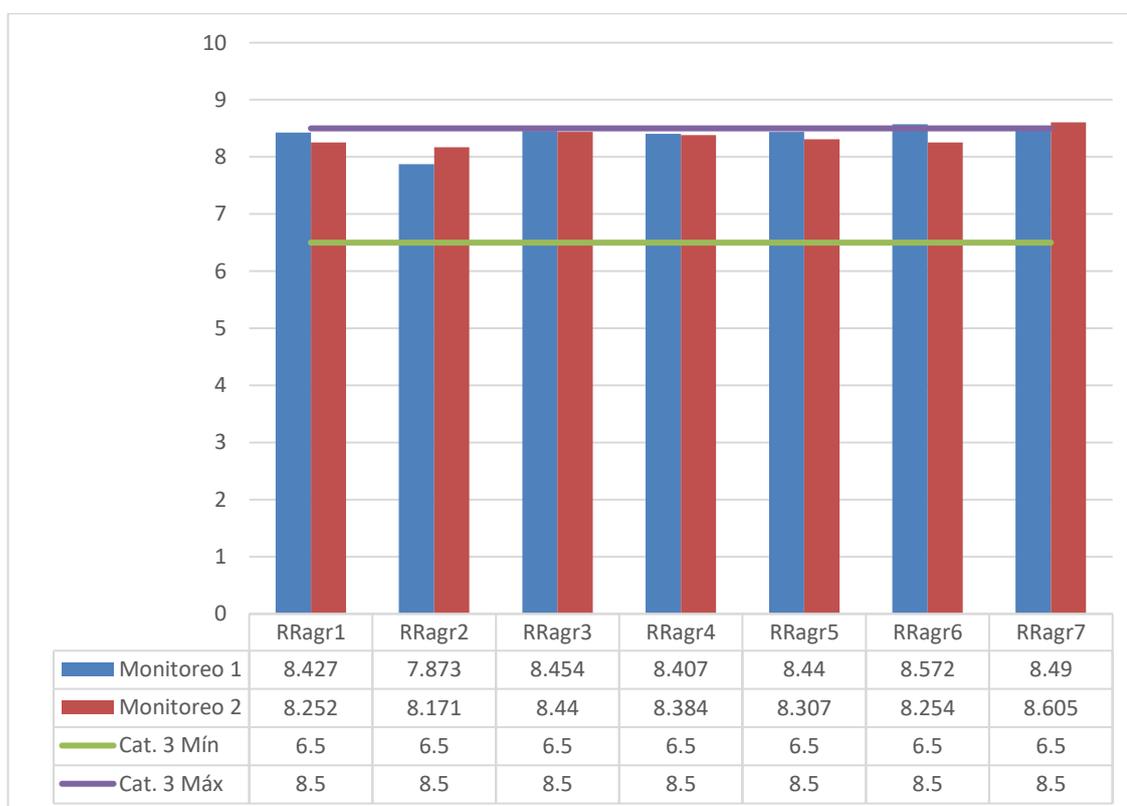
Todas las observaciones del primer monitoreo sobrepasan los 4 mg/L de Oxígeno disuelto que corresponden a la categoría 3-D1. Una situación similar

se presenta en el segundo monitoreo, donde solo en los dos últimos puntos no se excede los valores para ambas subcategorías.

F. Potencial de Hidrógeno (pH)

De acuerdo al ECA-Agua, el pH para las categorías y subcategorías en estudio debe de encontrarse entre 6.5 y 8.5 como valores mínimo y máximo respectivamente.

Figura 16 Potencial del Hidrógeno



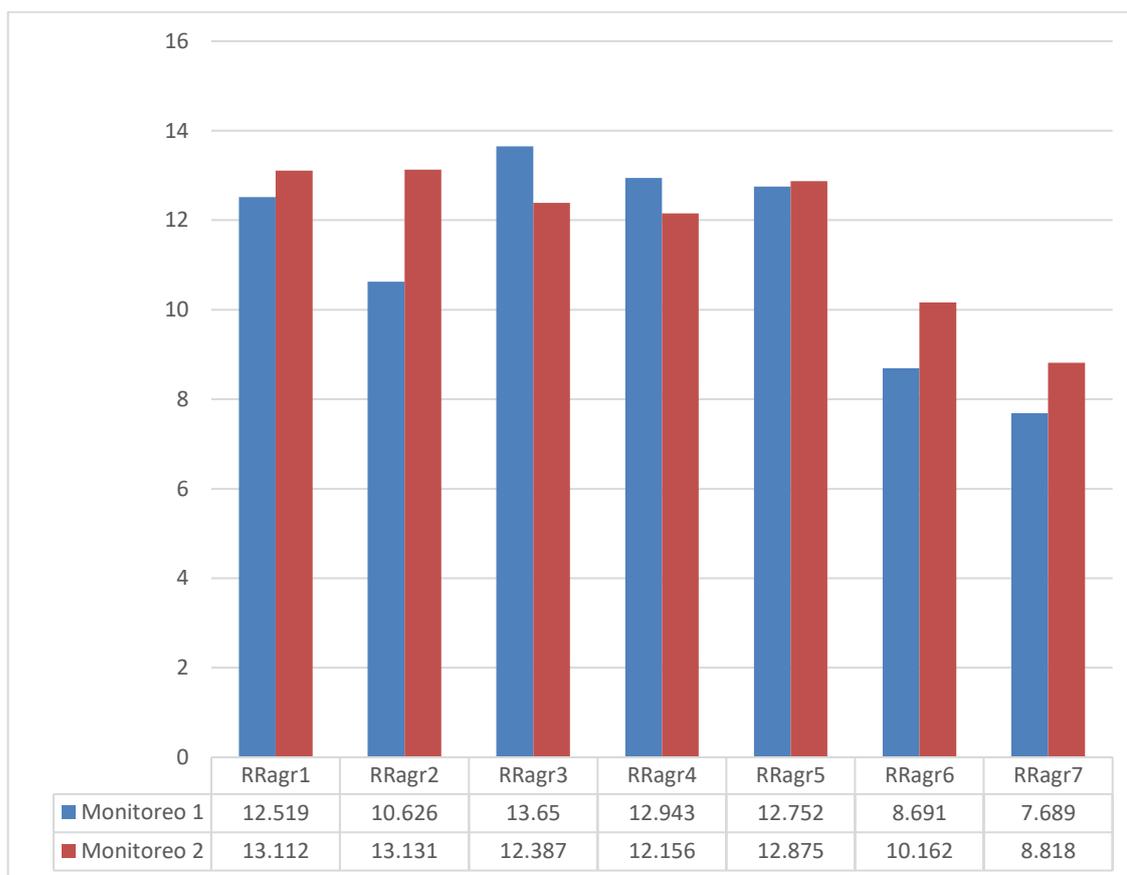
Fuente: elaboración propia

Este es uno de los parámetros que tienen casi un total cumplimiento con el ECA-Agua, alcanzándose el valor más alto en el último punto de muestreo del segundo monitoreo.

G. Temperatura

De acuerdo al ECA-Agua, la temperatura debe tener una variación de 3°C para esta categoría.

Figura 17 Temperatura (°C)



Fuente: elaboración propia.

Como podemos apreciar, en todas las mediciones realizadas en los distintos años la temperatura ha tenido variaciones en el rango que se establece en el ECA-Agua.

4.2.2. Concentraciones de parámetros inorgánicos.

Los principales parámetros inorgánicos medidos fueron: aluminio, arsénico, cadmio, hierro, litio, manganeso, mercurio, níquel, plomo y zinc.

A continuación, mostramos los resultados de las mediciones de los principales parámetros inorgánicos que corresponden al primer monitoreo participativo.

Tabla 9 Parámetros inorgánicos medidos en el primer monitoreo 2021

PARAMETROS	UNIDAD	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5	RRagr6	RRagr7
Aluminio	mg/L	0.3	1.483	0.483	0.544	0.632	0.927	0.472
Arsénico	mg/L	0.04358	0.07239	0.03894	0.03595	0.0566	0.03268	0.01151
Cadmio	mg/L	0.00361	0.00578	0.00399	0.00401	0.00461	0.00239	0.00109
Hierro	mg/L	9.1151	14.0976	9.3027	10.1518	11.5394	4.2636	2.3746
Litio	mg/L	0.0485	0.0127	0.0795	0.0832	0.0401	0.0073	0.0033
Manganeso	mg/L	2.92815	2.63329	9.64876	10.02209	2.98088	0.69717	1.15101
Mercurio	mg/L	<0.00009	0.00018	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.00025	<0.00009
Níquel	mg/L	0.0023	0.007	0.0042	0.0066	0.0032	0.003	0.0016
Plomo	mg/L	0.0659	0.0872	0.0864	0.07	0.1328	0.0691	0.0173
Zinc	mg/L	2.0017	2.1807	1.6416	1.7467	2.1891	0.6304	0.4898

Fuente: Observatorio del agua (2021)

De la misma manera, presentamos los resultados de las mediciones de los principales parámetros inorgánicos que corresponden al segundo monitoreo participativo.

Tabla 10 Parámetros inorgánicos medidos en el segundo monitoreo 2021

PARAMETROS	UNIDAD	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5	RRagr6	RRagr7
Aluminio	mg/L	0.419	1.414	0.306	0.219	0.412	1.296	0.431
Arsénico	mg/L	0.03339	0.04122	0.02171	0.01901	0.02627	0.03515	0.01191
Cadmio	mg/L	0.00273	0.00298	0.00161	0.0014	0.00222	0.00205	0.00062
Hierro	mg/L	9.5935	9.1386	6.1282	5.8691	8.2803	5.62	2.0875
Litio	mg/L	0.0425	0.0061	0.102	0.1022	0.0372	0.007	0.0029
Manganeso	mg/L	2.61643	1.76239	8.56041	7.93212	2.64507	1.09456	1.20982
Mercurio	mg/L	<0.00009	0.00096	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.00062	<0.00009
Níquel	mg/L	0.0024	0.0077	0.0027	0.0027	0.0024	0.0049	0.0018
Plomo	mg/L	0.1699	0.1771	0.0467	0.0321	0.0689	0.1125	0.0187
Zinc	mg/L	1.894	1.6002	1.2043	1.2804	1.6671	0.7787	0.3977

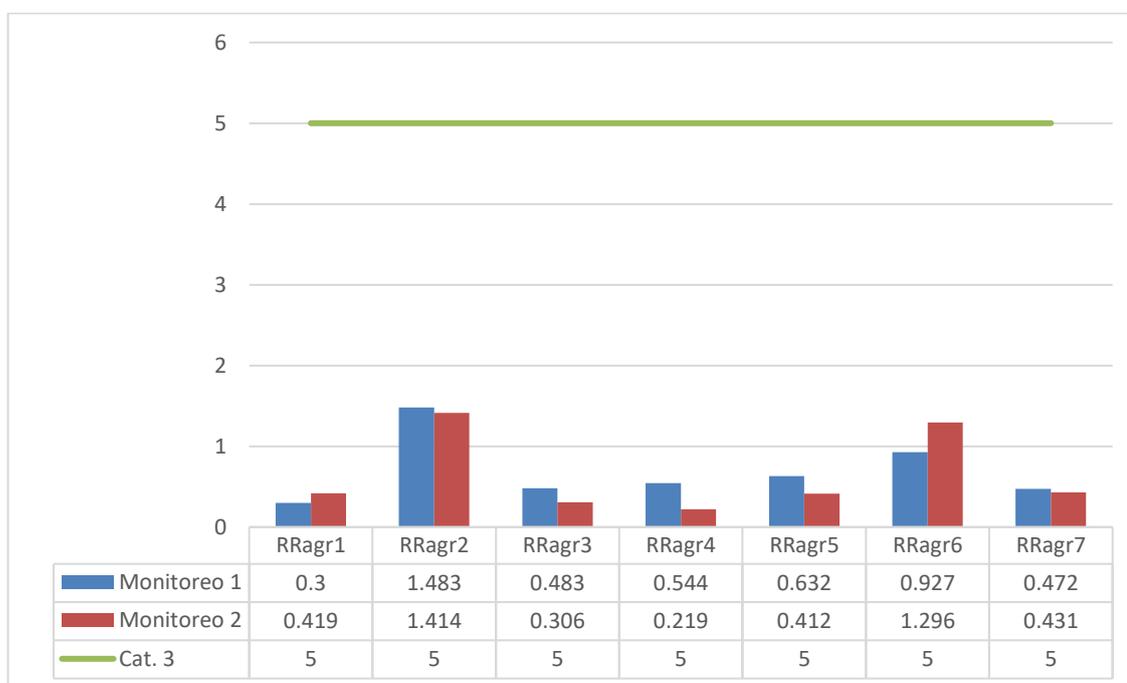
Fuente: Observatorio del agua (2021)

A continuación, mostraremos la evaluación de cada uno de los parámetros conforme a los puntos de monitoreo evaluados y en comparación con lo enmarcado en la normativa vigente.

A. Aluminio

De acuerdo al ECA-Agua en la categoría 3, la cantidad permitida para el Aluminio es menor a los 5 mg/L en ambas subcategorías.

Figura 18 Aluminio (mg/L)



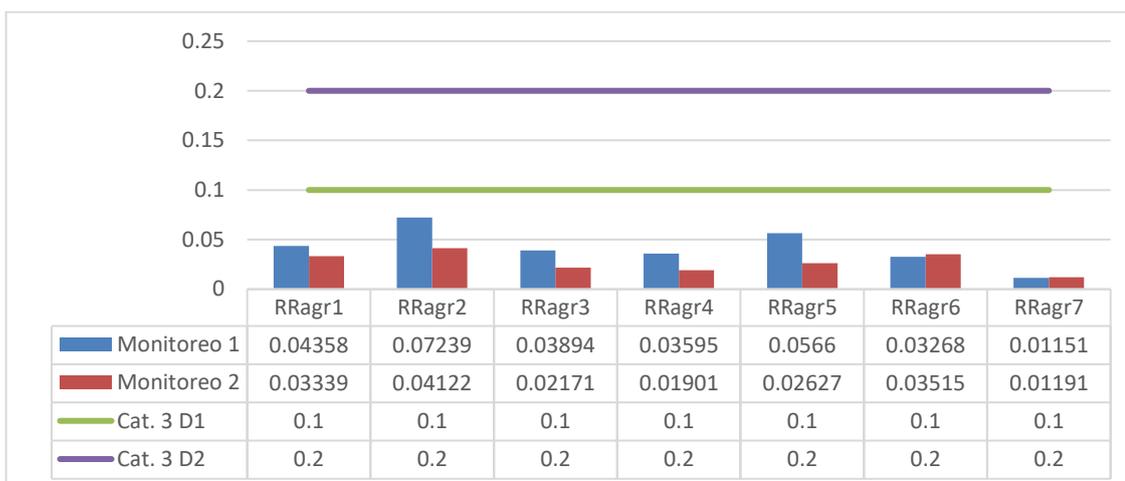
Fuente: elaboración propia

La figura anterior, nos permite apreciar que las observaciones realizadas en los 7 puntos de muestreo durante los dos monitoreos cumplen con dichos criterios; teniendo una medición de 1.483 mg/L de aluminio en el segundo punto de monitoreo como valor más alto obtenido.

B. Arsénico

La categoría 3 D-1 y D-2 del ECA-Agua indican que los valores de Arsénico no deben superar los 0.1 mg/L y 0.2 mg/L respectivamente.

Figura 19 Arsénico (mg/L)



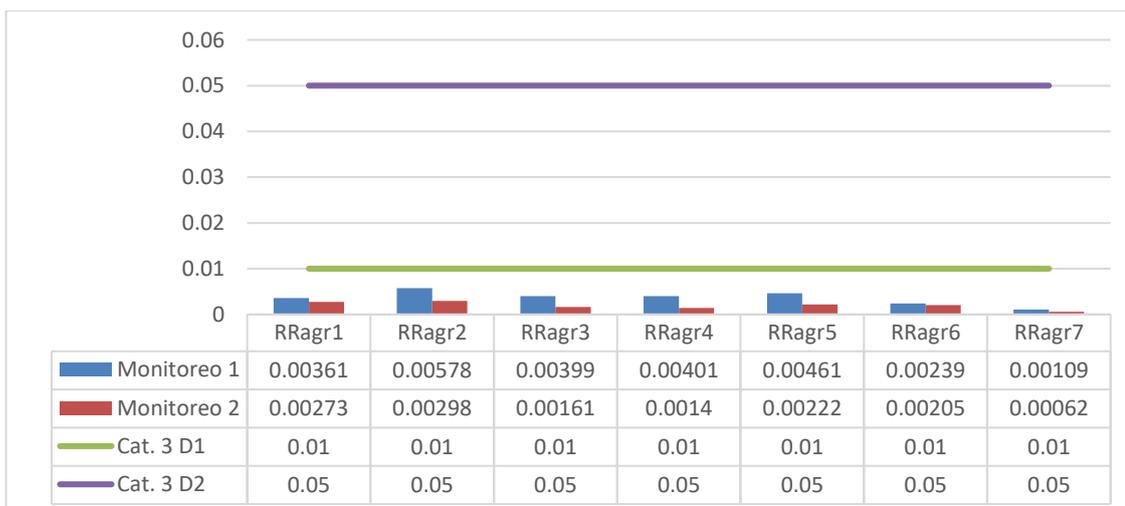
Fuente: elaboración propia

La figura de barras, nos muestra que las mediciones realizadas cumplen con las restricciones descritas en el párrafo anterior, no existiendo problemas con este parámetro inorgánico.

C. Cadmio

Los valores de Cadmio no deben de exceder de los 0.01 mg/L y 0.05 mg/L en las categorías 3 D-1 y D-2 respectivamente del ECA-Agua.

Figura 20 Cadmio (mg/L)



Fuente: elaboración propia

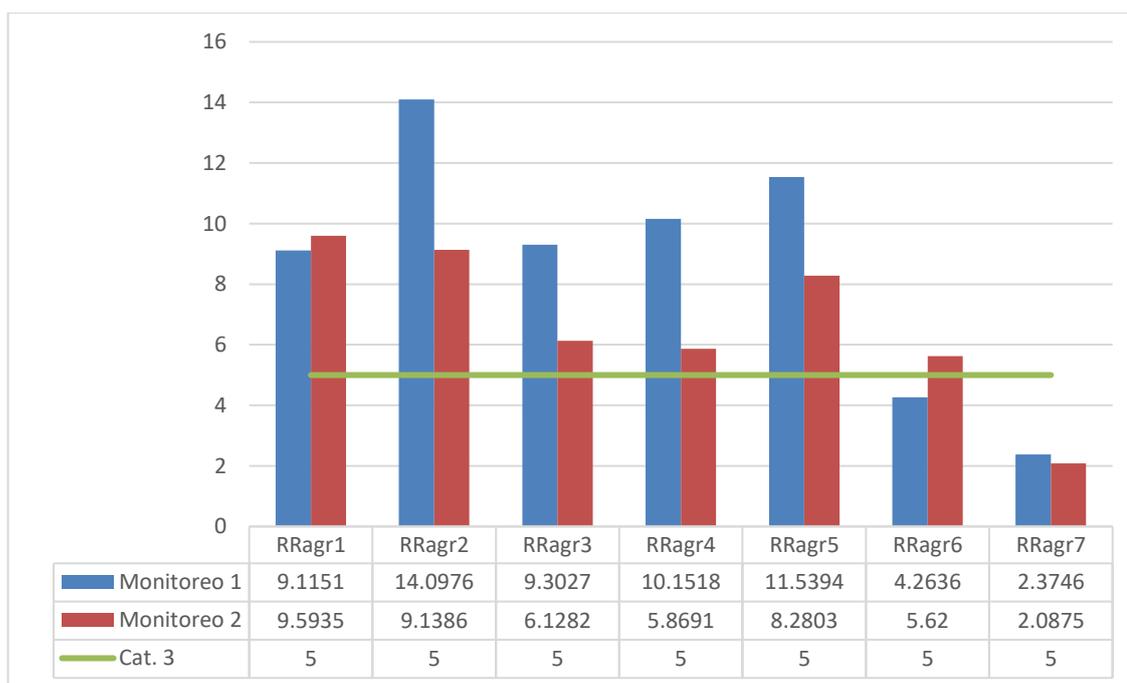
Es apreciable que los valores de Cadmio también se encuentran dentro de lo que estipula la normativa correspondiente a los ECA – Agua.

D. Hierro

La categoría 3 del ECA-Agua indica que el cuerpo de agua debe tener como máximo 5 mg/L de Hierro.

Figura 21:

Hierro (mg/L)



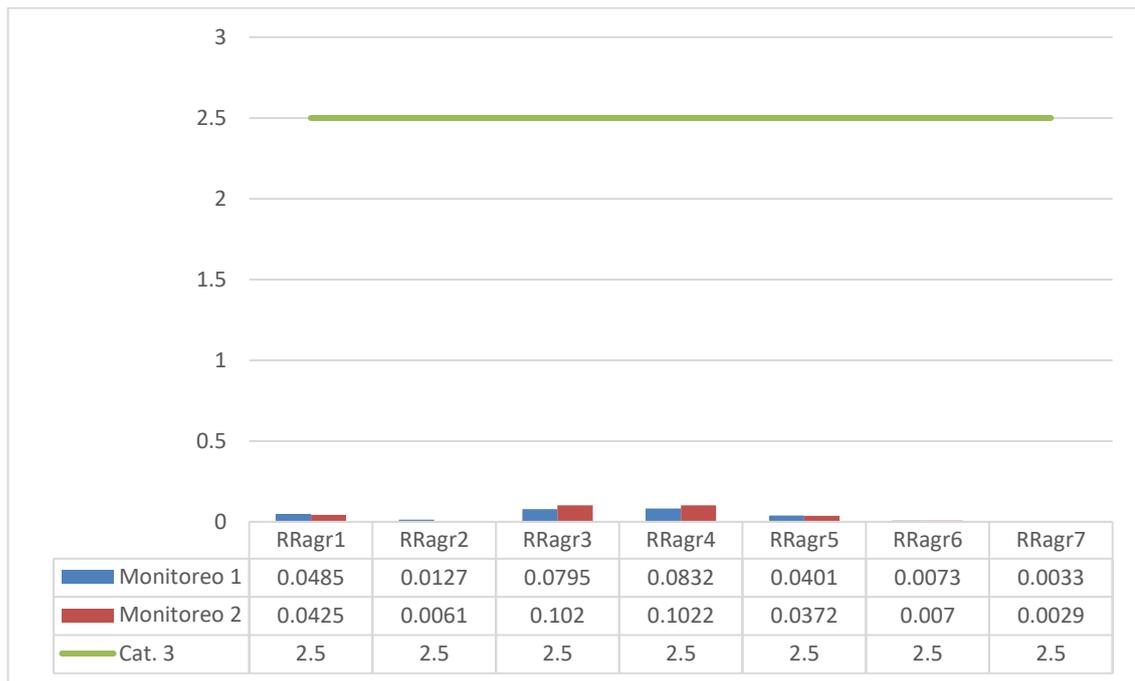
Fuente: elaboración propia.

En el primer monitoreo se han registrado los umbrales más altos de contenido de Hierro, alcanzando el pico de 14.09 mg/L en el segundo punto de muestreo; sin embargo, en el último punto de monitoreo no se ha sobrepasado el estándar con valores que pasan levemente los 2 mg/L de Hierro.

E. Litio

La categoría 3 del ECA-Agua indica que los valores de Litio no deben superar los 2.5 mg/L. La siguiente figura nos muestra que todas las mediciones realizadas en los 7 puntos de monitoreo en estudio cumplen ampliamente con estos parámetros requeridos.

Figura 22 Litio (mg/L)



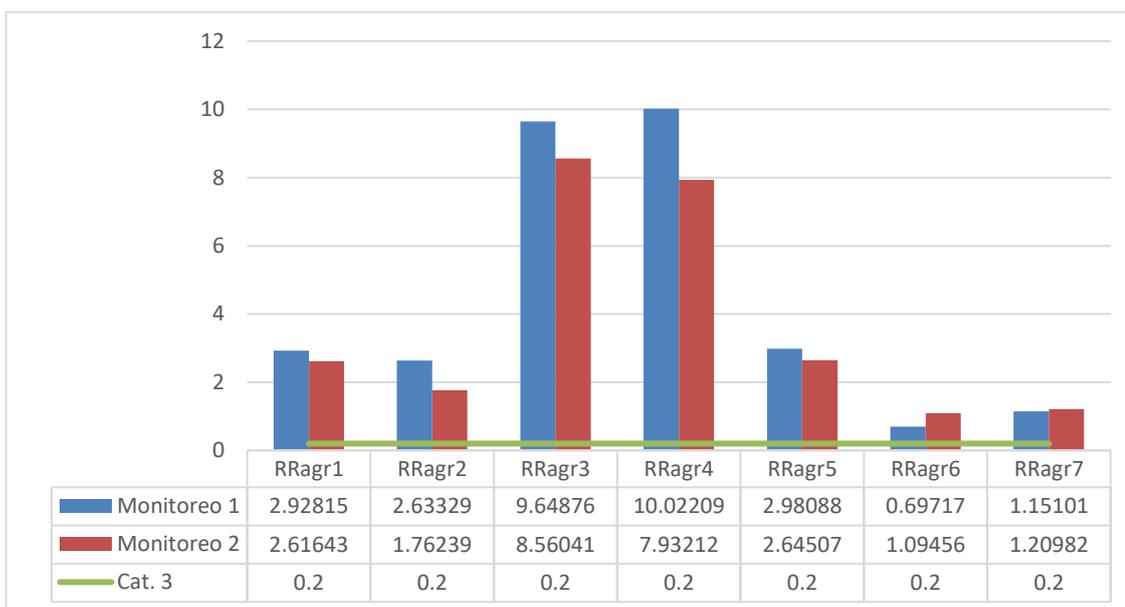
Fuente: elaboración propia.

F. Manganeso

Los valores de Manganeso no deben de exceder los 0.02mg/L en las categorías 3 D-1 y D-2 del ECA-Agua.

En el grafico a continuación, es apreciable que los valores de Manganeso superan ampliamente dichos valores, teniendo los picos más altos en los puntos de muestreo 3 y 4 en ambos monitoreos.

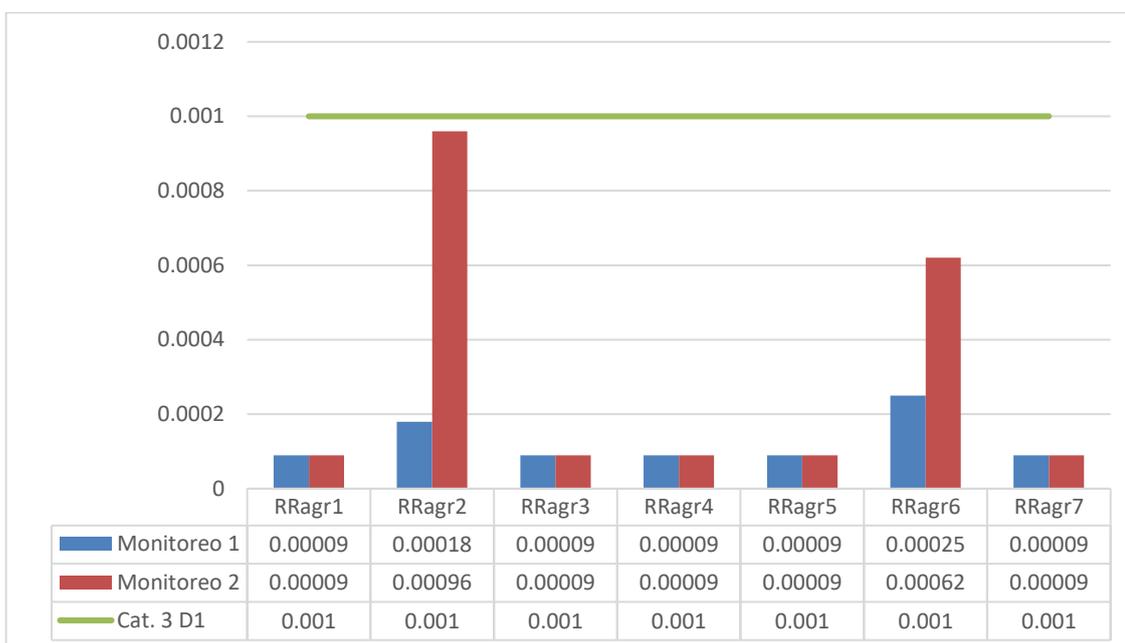
Figura 23 Manganeso (mg/L)



Fuente: elaboración propia

G. Mercurio

Figura 24 Mercurio (mg/L)



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al ECA-Agua, la categoría 3 D-1 no debe sobrepasar de los 0.001 mg/L de Mercurio y en la categoría 3 D-2 no debe sobrepasar de los 0.01 mg/L. basado en ello, podemos apreciar que en ninguno de los monitoreos

realizados se sobrepasa dichos valores, teniendo el pico más alto en el punto de muestreo 2, el cual casi alcanza el nivel permitido para la categoría 3 D-1.

H. Níquel

La cantidad máxima de Níquel es de 0.2 mg/L para la categoría 3 D-1 y de 1 mg/L para la categoría 3 D-2 del ECA-Agua. A continuación, presentamos los resultados para este parámetro:

Figura 25 Níquel (mg/L)



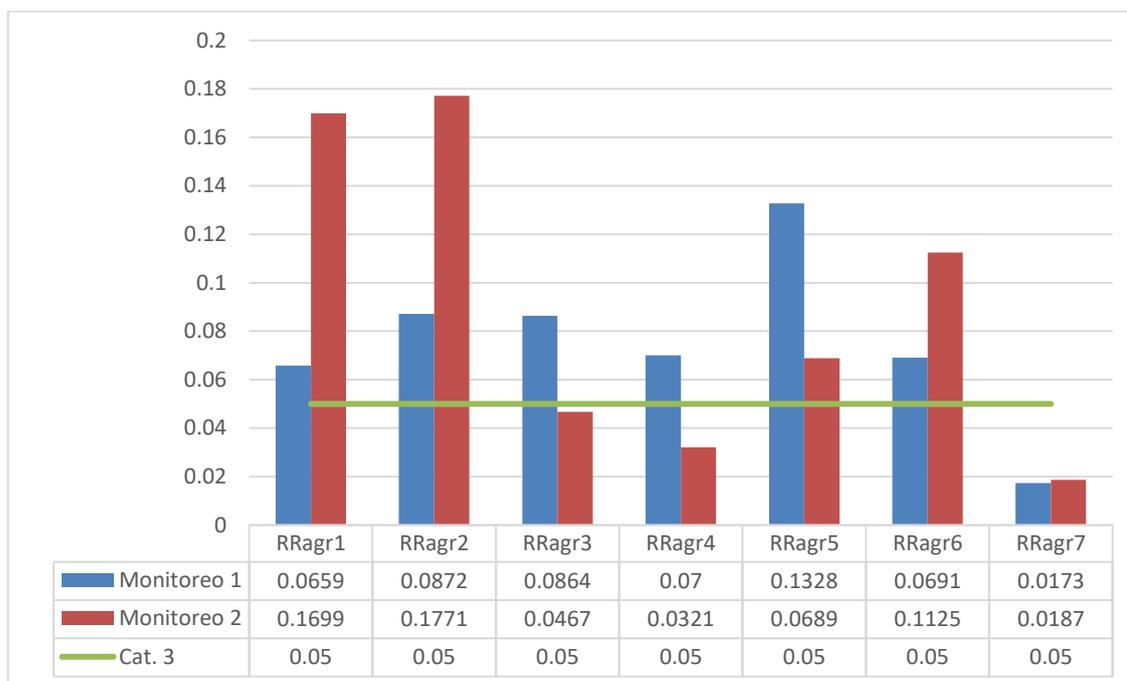
Fuente: elaboración propia.

La grafica anterior, nos permite apreciar claramente que, los niveles de Níquel son bajísimos y que no representan peligrosidad para el río Ragra, dado que se viene cumpliendo ampliamente los valores del ECA-Agua en este parámetro estudiado.

I. Plomo

De acuerdo al ECA-Agua en la categoría 3, la cantidad máxima de Plomo es de 0.05 mg/L.

Figura 26 Plomo (mg/L)



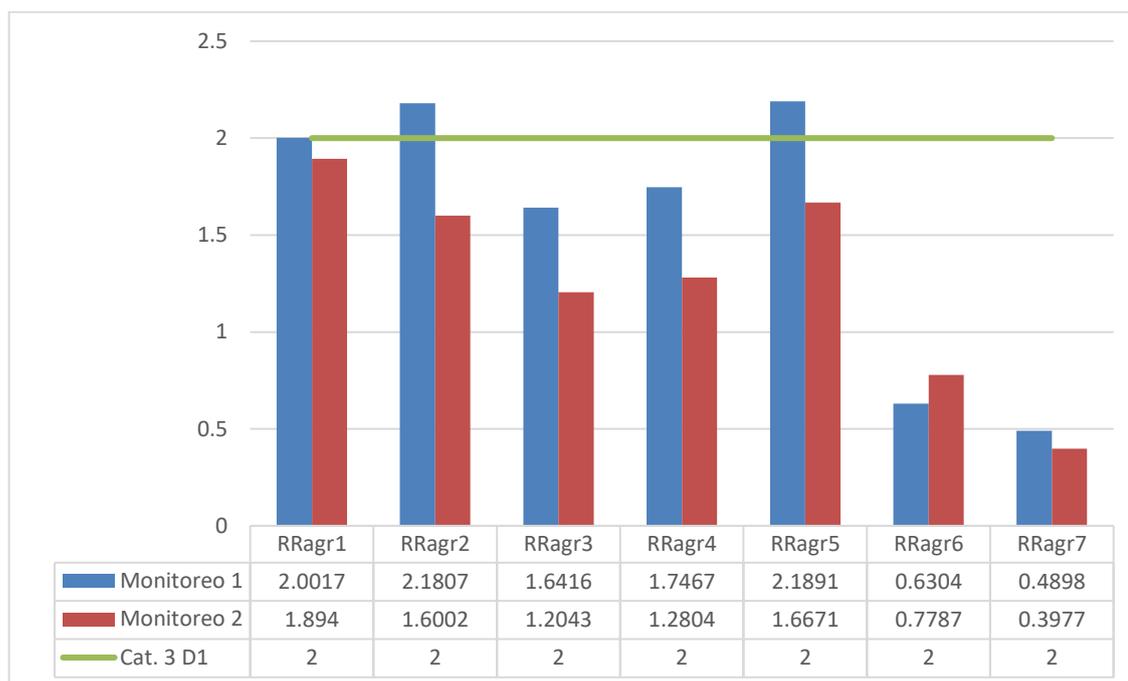
Fuente: elaboración propia.

En la gráfica anterior se observa que la mayor parte de las mediciones registradas no cumplen con el criterio descrito en el párrafo anterior; inclusive en los primeros puntos de monitoreo se tiene los niveles más altos registrados que corresponden al segundo monitoreo. Así mismo, vemos que en 6 puntos de muestreo del primer monitoreo se ha superado ampliamente los valores mínimos de la norma.

J. Zinc

Los valores máximos de Zinc son de 2 mg/L y 24 mg/L para las categorías 3 D-1 y 3 D-2 del ECA-Agua; a continuación, veamos la tabulación respecto a este parámetro.

Figura 27 Zinc(mg/L)



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que durante el primer monitoreo se ha sobrepasado ligeramente los valores estándar para este parámetro en 3 puntos de muestreo del primer monitoreo. Contrario a ello, en el segundo monitoreo se ha cumplido en todas las mediciones realizadas.

4.2.3. Concentraciones de parámetros microbiológicos.

Los resultados de las mediciones de los principales parámetros microbiológicos que corresponden al primer monitoreo participativo son:

Tabla 11 Parámetros microbiológicos medidos en el primer monitoreo 2021

PARAMETROS	UNIDAD	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5	RRagr6	RRagr7
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	9200	5400	5400	790	790	5400	5400
Escherichia coli	NMP/100ml	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8

Fuente: Observatorio del agua (2021)

De la misma manera, presentamos los resultados de las mediciones de los principales parámetros microbiológicos que corresponden al segundo monitoreo participativo.

Tabla 12 Parámetros microbiológicos medidos en el segundo monitoreo 2021

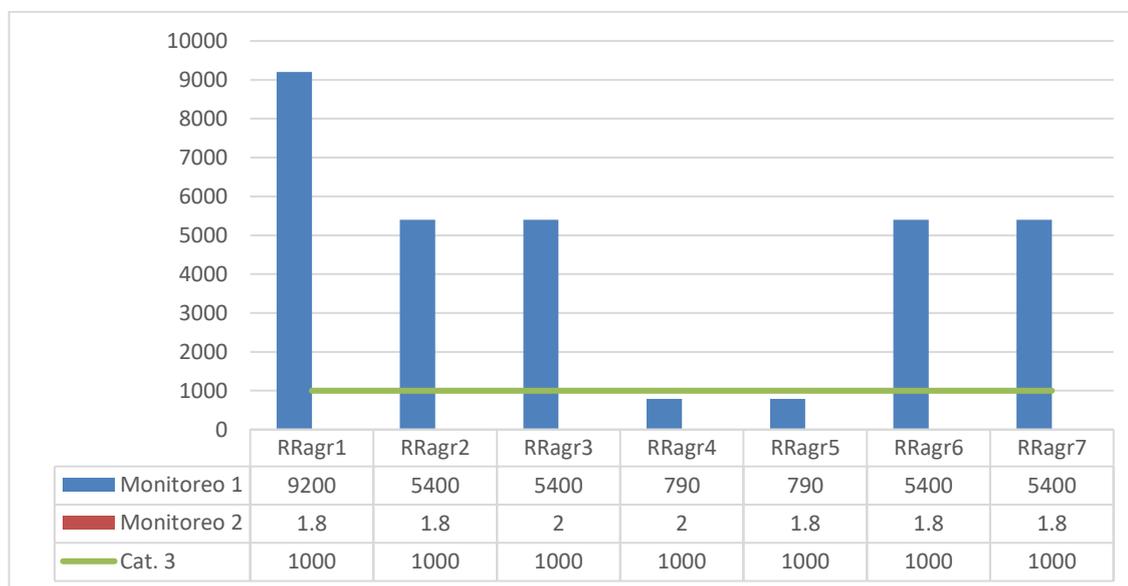
PARAMETROS	UNIDAD	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5	RRagr6	RRagr7
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	< 1.8	< 1.8	2	2	< 1.8	< 1.8	< 1.8
Escherichia coli	NMP/100ml	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8

Fuente: Observatorio del agua (2021)

Se referencia los parámetros de: Coliformes Termotolerantes y Escherichia coli, los cuales tienen valores máximos de 1000 NMP/100ml en las sub categorías que son reconocidas para el río Ragra.

A. Coliformes Termotolerantes

Figura 28 Coliformes Termotolerantes NMP/100ml



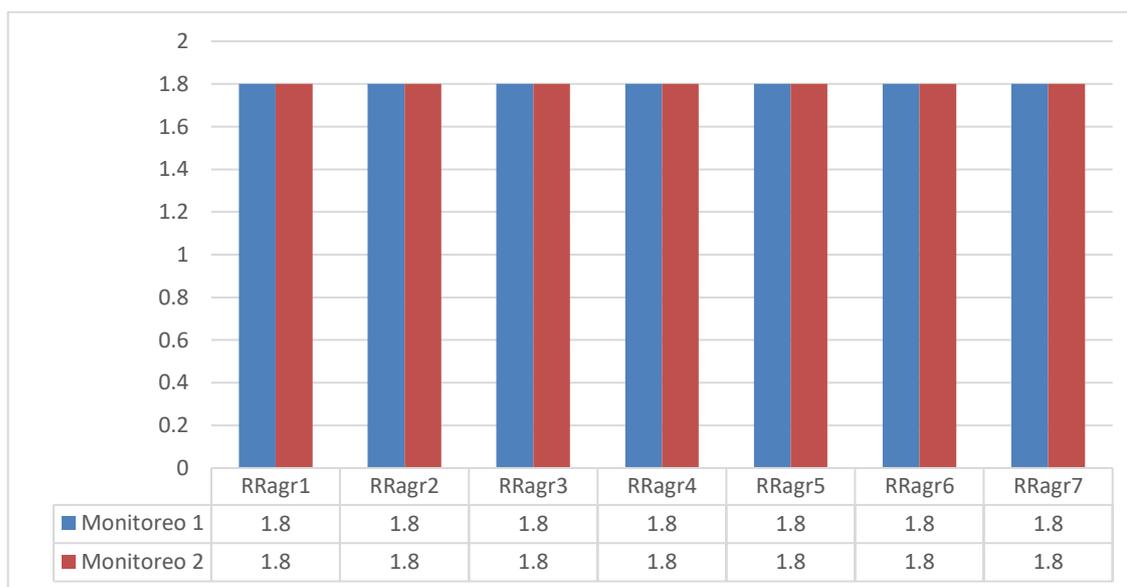
Fuente: elaboración propia.

Durante el primer monitoreo se ha sobrepasado de manera abismal los 1000 NMP/100 ml que contempla la norma, verificándose que solo en dos puntos esos valores se encuentran en los niveles aceptables. Sin embargo, en el

segundo monitoreo dichos valores han disminuido abruptamente hasta menos de la milésima parte de lo permitido por la normatividad. Esto haría suponer algún error de mediciones para este parámetro, el cual no está determinado aún.

B. Escherichia coli

Figura 29 Escherichia coli (NMP/100ml)



Fuente: elaboración propia.

Este parámetro registra valores menores a 1.8 NMP/100ml, determinándose que se cumple con lo que establece las ECA-Agua para estas sub categorías.

4.3. Prueba de hipótesis.

Debido a que la mayor parte de las mediciones realizadas a lo parámetros fisicoquímicos en el río Ragra están fuera de los estándares que contemplan el ECA-Agua; podemos aceptar la primera hipótesis específica: “Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2”.

De igual manera, tenemos el caso de la medición de los parámetros inorgánicos, donde hemos visto que se sobrepasan los valores determinados en el ECA-Agua los parámetros de Hierro, Manganeso, Plomo y Zing. Por lo tanto, también aceptamos la segunda hipótesis específica: “Las concentraciones de elementos inorgánicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2”.

Por último, respecto a las mediciones de los parámetros microbiológicos, los resultados demuestran que para el caso de Coliformes Termotolerantes , existe mucha variabilidad entre los dos monitoreos realizado, notándose que no se estaría cumpliendo en el primer monitoro; sin embargo, en el caso de Escherichia coli, estos están de acuerdo a la normativa. Por lo tanto, se acepta la tercera hipótesis específica: “Las concentraciones de los parámetros microbiológicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2”.

Con ello, y de acuerdo a los resultados descritos y al análisis a las hipótesis específicas, concluimos que se acepta la Hipótesis general de esta investigación: “La calidad de agua del río Ragra sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua”.

4.4. Discusión de resultados.

En similar dimensión a los antecedentes, la evaluación de la calidad del agua del río Ragra no cumple con los estándares de calidad de agua determinados en la normativa vigente; tal es así que se ha llegado a comprobar resultados similares con la investigación realizada por Rojas (2018).

De la misma manera, se tiene resultados similares con La Torre (2023) puesto que también esta investigación menciona que el pH esta fuera del rango

establecido, como también algunos sólidos totales en suspensión se encuentran encima del límite.

Pardavé (2022) hizo mención que en el río Ragra, específicamente aguas arriba del vertimiento de la relavera Ocroyoc, se evidencia que la calidad de agua respecto a los metales totales se encuentra por encima de los estándares de calidad ambiental (ECA), comparados en nuestra investigación estos resultados son parcialmente similares.

Respecto a la investigación realizada por Jiménez (2023), y considerando que el río Ragra descarga sus aguas al río San Juan, también se obtiene resultados similares en lo que respecta a parámetros inorgánicos; al igual que las investigaciones de Chirinos (2022) y Villarreal (2016).

CONCLUSIONES

Con la presente investigación hemos podido arribar a las siguientes conclusiones:

1. Las mediciones realizadas a los parámetros fisicoquímicos del río Ragra durante dos monitoreos en el 2021 muestran que sobrepasan lo estipulado en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en lo que respecta a la categoría 3 D-1 y categoría 3 D-2.
2. Las mediciones a los parámetros de elementos inorgánicos del río Ragra durante dos monitoreos en el 2021 muestran que sobrepasan lo estipulado en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en lo que respecta a la categoría 3 D-1 y categoría 3 D-2.
3. Las mediciones a los parámetros microbiológicos del río Ragra durante dos monitoreos en el 2021 muestran que sobrepasan lo estipulado en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en lo que respecta a la categoría 3 D-1 y categoría 3 D-2. La posible causa es el vertimiento de aguas residuales doméstica a los cuerpos de agua de la zona en estudio.

RECOMENDACIONES

Finalizado la presente tesis me permite realizar las siguientes recomendaciones:

1. Realizar con una mayor frecuencia los monitoreos de los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos en el río Ragra, a fin de comparar resultados y tomar indicadores de control que permitan mejorar el cumplimiento con la normativa.
2. La municipalidad provincial de Pasco, la municipalidad distrital de Simón Bolívar y los entes de fiscalización ambiental, deben de controlar y erradicar los vertimientos de aguas residuales domésticas a los cuerpos de agua, a su vez deben verificar el vertimiento de aguas industriales producto de la actividad minera de la zona circundante.
3. Sensibilizar a la población cercana al río Ragra los efectos de contaminación al que están expuestos y promover el cuidado de los cuerpos de agua. De la misma manera, promover la participación activa en los monitoreos participativos que se realiza a cargo de las entidades competentes.
4. Nuestra universidad, a través de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, debe participar de los monitoreos participativos y fomentar la realización de investigaciones que encaminen la búsqueda de soluciones a esta problemática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALA Pasco. (2013). *Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río San Juan*. Autoridad Local de Agua - Pasco.
- ANA. (2018). *Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Mantaro, Junio y Julio del 2018*. Autoridad Nacional Del Agua. http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/20.500.12543/3875/1/ANA0002376_1.pdf
- Arias, J. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica* (1ra. ed.). Arequipa, Perú: Enfoques Consulting. Obtenido de www.cienciaysociedad.org
- Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú*. Perú: Ministerio del Ambiente. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra. ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Barrenechea, A. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. Obtenido de IngenieroAmbiental.com: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Barrero, J. (2022). *Apuntes sobre metodología de la investigación científica* (1ra. ed.). La Paz, Bolivia: Colecciones culturales Editores Impresores.
- Bauer, J., Castro, J., & Chung, B. (2017). Calidad del agua. En C. d. aplicada, *El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://ciga.pucp.edu.pe/publicaciones/el-agua-en-el-peru-situacion-y-perspectivas/>

- CEPAL. (2020). *Estadísticas ambientales y de cambio climático para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y El Caribe: <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=934230&p=6736670>
- Chirinos, C. (2022). *Índice de calidad de agua y contenido de metales pesados en el río San Juan, Cerro de Pasco*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Lima. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5236>
- Confederación Hidrográfica del Júcar, O.A. (2007). *Plan de Recuperación del Júcar*. Ministerio para la Transformación Ecológica y el reto demográfico. Obtenido de <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Paginas/PRJ-Indice.aspx>
- El Peruano. (10 de Febrero de 2023). Aprueban plan de acción para la recuperación ambiental de la cuenca del río Ragra. Obtenido de <https://www.elperuano.pe/noticia/204245-aprueban-plan-de-accion-para-la-recuperacion-ambiental-de-la-cuenca-del-rio-ragra>
- Fondo para la comunicación y la educación ambiental. (2018). *Glosario del Agua*. Obtenido de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc_pdf_8439.pdf
- Hernández, I. (2014). La calidad del agua en los ríos de México. *Periódico digital Impluvium*(3), 7 - 13. Obtenido de <http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero03.pdf>
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2019). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.). México D.F., México: McGraw Hill.
- Huaqui, J. (2022). *Evaluación de la calidad de agua en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental del Río Huallaga en la jurisdicción del Alto Huallaga donde influye la actividad minera y poblacional – Provincia de Pasco – 2021*. Tesis de

titulación, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3228>

Instituto Geológico y Minero de España. (2017). *Guía de educación ambiental*. Obtenido de Ministerio de Ciencia e Innovación de España: https://aguas.igme.es/igme/educacion_ambiental/guia_didactica/pdf/in_03.pdf

INTAGRI. (2017). *El Uso de Ácidos para Mejorar la Calidad del Agua de Riego*. Obtenido de Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura de México: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/el-uso-de-acidos-para-mejorar-la-calidad-del-agua-de-riego>

Jacha, Z., Lazo, C., Rojas, A., & Celestino, M. (2014). Evaluación de la calidad y el impacto del ambiente acuático del río higuera en la provincia de Huánuco – 2014. *Investigación Valdizana*, 8(1), 23 - 28. Obtenido de <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/280/267>

Jiménez, C. (2023). *Evaluación de la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el Distrito de Vicco de la Provincia de Pasco - 2022*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2911>

La Torre, D. (2023). *Diagnóstico de la contaminación del río Ragra por el mal manejo de drenaje ácido proveniente del depósito de relave en Pasco*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal, Escuela Universitaria de Posgrado, Lima. Obtenido de <http://190.12.84.13:8080/handle/20.500.13084/7540>

- Labor. (2020). *Condiciones de la calidad ambiental y exposición humana a metales pesados en Cerro de Pasco - Perú*. Perú: Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor. Obtenido de <https://muqui.org/wp-content/uploads/2020/10/Condiciones-de-la-Calidad-Ambiental-y-Exposici%C3%B3n-Humana-a-Metales-Pesados-en-Cerro-de-Pasco.pdf>
- Ley N° 29338. (2009). *Ley de Recursos Hídricos*.
- Loayza, J., & Cano, P. (2015). *Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del Río Shullcas – Huancayo – Junín*. Tesis de titulación, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Huancayo. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3507>
- Mendoza, M. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado, Lima. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12256>
- MINAGRI. (s.f.). *Problemática de las cuencas hidrográficas del Perú*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego: <https://www.midagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematika>
- MINAM. (2015). *Estudio de Desempeño Ambiental 2003 - 2013*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/esda/>
- MINAM. (09 de Octubre de 2019). *Estándar de calidad ambiental - Informes y publicaciones*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>

- MINAM. (25 de Febrero de 2023). Visita a puntos críticos de cuenca río Ragra. Cerro de Pasco, Pasco, Perú. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/minamperu/52730278767/in/photostream/>
- MMA. (2000). *Libro blanco del agua en España*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente de España: <https://hisagua.cedex.es/documentacion/documento/66984>
- Morán, G., & Alvarado, D. (2010). *Métodos de investigación* (1ra. ed.). México: Pearson Educación.
- Moreno, L., Fernández, M., Rubio, J., Calaforra, J., López, J., Beas, J., . . . Gómez, J. (2003). *La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno*. (L. Moreno, Ed.) Obtenido de https://aguas.igme.es/igme/publica/depuracion_aresidual/indice.htm
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación; Cualitativa - Cuantitativa y Redacción de la tesis* (4ta. ed.). Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
- Pardavé, M. (2022). *Evaluación de la calidad física y química de aguas que influyen de las actividades de la unidad minera Cerro S.A.C ubicada en los distritos de Simón Bolívar y Yanacancha, provincia de Pasco 2020*. Tesis profesional, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Cerro de Pasco. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2434/1/T026_72941574_T.pdf
- Rodríguez, C., Breña, J., & Doris, E. (2021). *Las variables en la metodología de investigación científica* (1ra. ed.). Alicante, España: Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L. <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2021.78>
- Rojas, O. (2018). *Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas –*

- Simón Bolívar – Pasco – 2018*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/529>
- Ruiz, C., & Valenzuela, M. (2022). *Metodología de la investigación* (1ra. ed.). Huancavelica, Perú: Fondo editorial de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>
- Salvioli, L., Guerrero, V., Cipponeri, M., Calco, H., Di Lucente, F., & Paredes, M. (2017). Evaluación de la calidad del agua superficial de una cuenca urbana de la provincia de Buenos Aires. *IV Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60278>
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4ta. ed.). México: Linusa Noriega Editores.
- Tenesaca, L., & García, M. (2017). *Evaluación de la calidad de agua del sector Leg Abuga y oriente bajo, de la parroquia Bayas del cantón Azogues*. Tesis profesional, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28174>
- UNDAC. (2019). *Líneas de investigación*. Resolución C.U. N° 0849 - 2019 - UNDAC - C.U. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/13dTY-Pshvz8fq6w1Mx3xCJXAwwqX3nVcQ/view>
- Varela, L., & Suárez, T. (2010). *Determinación del perfil del cliente de la Eco Bola en la ciudad de Bogotá*. Tesis de grado, Pontificia Universidad , Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Bogotá.
- Vásquez, C. (25 de Diciembre de 2022). Minam y regiones Pasco y Junín trabajan juntos ante contaminación del río Ragra. *Agencia Peruana de Noticias Andina*.

Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-minam-y-regiones-pasco-y-junin-trabajan-juntos-ante-contaminacion-del-rio-ragra-922829.aspx>

Vera, J., Castaño, R., & Torres, Y. (2018). *Fundamentos de metodología de la investigación científica* (1ra. ed.). Guayaquil, Ecuador: Ediciones Grupo Compás.

Villarreal, M. (2016). *Calidad de agua del río San Juan, en el departamento de Pasco*.

Tesis profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNF_17ca44c15c47166507d82893c1115b86/Description

Vivas, K. (2011). *Análisis y Parámetros Físicos–Químicos en el tratamiento de aguas residuales y potables realizado en el Centro de Investigaciones de*

Microbiología Aplicadas (CIMA). Informe de pasantía, Universidad ,

Departamento de Química, Valencia. Obtenido de

<http://portal.facyt.uc.edu.ve/pasantias/informes/P63170122.pdf>

ANEXOS

Instrumento de recolección de datos



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental



HOJA DE MONITOREO

Punto de Monitoreo	
Fecha	

Parámetros fisicoquímicos	Medida	Unidad
Aceites y Grasas		mg/L
Conductividad		(μ S/cm)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)		mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L
Oxígeno Disuelto		mg/L
pH		Unidad de pH
Temperatura		°C

Parámetros inorgánicos	Medida	Unidad
Aluminio		mg/L
Arsénico		mg/L
Cadmio		mg/L
Hierro		mg/L
Litio		mg/L
Manganeso		mg/L
Mercurio		mg/L
Níquel		mg/L
Plomo		mg/L
Zinc		mg/L

Parámetros microbiológicos	Medida	Unidad
Coliformes Termotolerantes		NMP/100ml
Escherichia coli		NMP/100ml

Validado por: Ing. Miguel Angel Basualdo Bernuy

Matriz de consistencia

<i>Evaluación de la calidad de agua del río Ragra durante el 2021 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental</i>		
<i>Problemas</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Hipótesis</i>
<p>General: ¿Cuál es el estado de la calidad del agua del río Ragra durante el 2021 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental?</p>	<p>General: Evaluar la calidad de agua superficial del río Ragra durante el 2021 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental.</p>	<p>General: La calidad de agua del río Ragra sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua.</p>
<p>Específicos: ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos en el río Ragra durante el 2021?</p>	<p>Específicos: Cuantificar los parámetros fisicoquímicos del río Ragra durante el 2021.</p>	<p>Específicos: Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2.</p>
<p>¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos en el río Ragra durante el 2021?</p>	<p>Cuantificar los parámetros de elementos inorgánicos del río Ragra durante el 2021.</p>	<p>Las concentraciones de elementos inorgánicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2.</p>
<p>¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros microbiológicos en el río Ragra durante el 2021?</p>	<p>Cuantificar los parámetros microbiológicos del río Ragra durante el 2021.</p>	<p>Las concentraciones de los parámetros microbiológicos del río Ragra durante el 2021 sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - D1 y en la categoría 3 – D2.</p>
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p>	<p>Estándar de calidad ambiental para agua.</p>	
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p>	<p>Calidad de agua del río Ragra.</p>	

Galería fotográfica



Medición de parámetros de campo in situ



Toma de muestras en el río Ragra