

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA DEL RÍO CHONTA EN BASE
A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (C3), SECTOR CINCO
EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, 2021**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentado por:

Bachiller: JHAMBERTI MIGUEL VIGIL LEIVA

Asesor:

Dr. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI

Cajamarca, Perú

2022

COPYRIGHT © 2022 by
JHAMBERTI MIGUEL VIGIL LEIVA
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA EN BASE A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (C3) DEL RÍO CHONTA, SECTOR CINCO EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, 2021

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentado por:

Bachiller: JHAMBERTI MIGUEL VIGIL LEIVA

JURADO EVALUADOR:

Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani
Asesor

Dr. Marcial Hidelso Mendo Velásquez
Jurado Evaluador

Dr. Marco Antonio Rivera Jacinto
Jurado Evaluador

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
Jurado Evaluador

Cajamarca, Perú

2022



**Universidad Nacional de
Cajamarca**

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU




PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 14.45 horas, del día 05 de setiembre de dos mil veintidós, reunidos en el aula 1A del local del Centro de Idiomas de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. MARCIAL HIDELSO MENDO VELÁSQUEZ**, **Dr. EDÍN EDGARDO ALVA PLASENCIA**, **Dr. MARCO ANTONIO RIVERA JACINTO**; y en calidad de Asesor el **Dr. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI**, Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **"EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA EN BASE A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (C3) DEL RÍO CHONTA, SECTOR CINCO EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, 2021"**, presentada por el **Bachiller en Ingeniería Ambiental JHAMBERTI MIGUEL VIGIL LEIVA**.

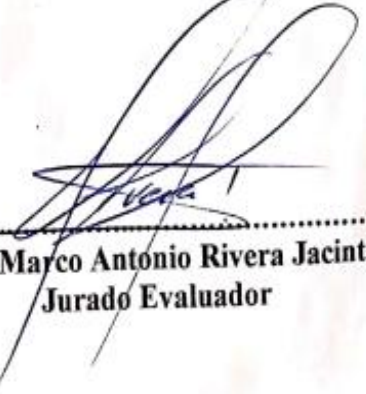
Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de QUINCE (15) la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Ingeniería Ambiental JHAMBERTI MIGUEL VIGIL LEIVA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 16:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani
Asesor


.....
Dr. Marcial Hidelso Mendo Velásquez
Jurado Evaluador


.....
Dr. Edín Edgardo Alva Plasencia
Jurado Evaluador


.....
Dr. Marco Antonio Rivera Jacinto
Jurado Evaluador

A

A mis padres Rene Leiva Muñoz y Miguel Vigil Barreto, a mis hijas Gianela y Valeria Vigil Romero, a mi hermano Anthony Smith Vigil Leiva y a mi abuela Lucinda Muñoz Aguilar. Quienes me motivaron, aconsejaron y apoyaron a realizarme como profesional, a concluir mi tesis y lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por existir en este mundo y guiarme por el camino del bien,

A mi alma mater y a la escuela de posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca,

A mis padres, por el constante apoyo en todo momento de mi vida,

A mi asesor Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani, por el apoyo en la realización de mi tesis.

“Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla
mientras el género humano no la escucha”

- Víctor Hugo-

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	5
1.1.1. General	5
1.1.2. Específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Internacional	7
2.1.2. Nacional.....	8
2.1.3. Local.....	10
2.2. Bases teóricas.....	11
2.3. Definición de términos básicos.....	26
CAPÍTULO III	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Ubicación.....	28
3.1.1. Geográfica.....	28

Pág.

3.1.2. Política.....	28
3.2. Aspectos generales de la zona de estudio	29
3.2.1. Climatología	29
3.2.2. Geomorfología.....	29
3.2.3. Vegetación.....	30
3.2.4. Accesibilidad y red vial.....	30
3.2.5. Hidrografía	30
3.2.6. Condiciones socioeconómicas	31
3.3. Equipos y Materiales	31
3.4. Metodología.....	33
3.4.1. Actividades preliminares.....	34
3.4.2. Trabajo de campo.....	38
3.4.3. Evaluaciones realizadas	39
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Presentación de resultados	41
4.1.1. Resultados de los parámetros analizados en campo.....	41
4.1.2. Resultados de los parámetros analizados en laboratorio.....	46
4.2. Discusión de resultados	51
4.2.1. Análisis de los parámetros de campo	51
4.2.2. Análisis de los resultados de laboratorio.....	63
4.3. Contraste de la hipótesis	83
CAPÍTULO V	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1. CONCLUSIONES	87
5.2. RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS	88

Pág.

CAPÍTULO VI.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
CAPÍTULO VII.....	97
ANEXOS	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Categorías y subcategorías de los ECA para agua	25
Tabla 2. Delimitación del río Chonta	28
Tabla 3. Lista de parámetros a analizar	33
Tabla 4. Coordenadas, referencia y altitud de los puntos de muestreo.....	36
Tabla 5. Resultados de los parámetros de campo del primer monitoreo	42
Tabla 6. Resultados de los parámetros de campo del segundo monitoreo	43
Tabla 7. Resultados de los parámetros de campo del tercer monitoreo.....	44
Tabla 8. Resultados de laboratorio del análisis del primer monitoreo	46
Tabla 9. Resultados de laboratorio del análisis del segundo monitoreo.....	47
Tabla 10. Resultados de laboratorio del análisis del tercer monitoreo	48
Tabla 11. Resultados de pH del Río Chonta.....	50
Tabla 12. Resultados de temperatura del río Chonta.....	52
Tabla 13. Resultados de conductividad eléctrica del río Chonta.....	54
Tabla 14. Resultados de los sólidos disueltos totales del río Chonta	56
Tabla 15. Resultados de oxígeno disuelto del río Chonta	58
Tabla 16. Resultados de fluoruro del río Chonta.....	60
Tabla 17. Resultados de cloruro del río Chonta	62
Tabla 18. Resultados de nitrito del río Chonta	64
Tabla 19. Resultados de bromuro del río Chonta	66

	Pág.
Tabla 20. Resultados de nitrato del río Chonta.....	68
Tabla 21. Resultados de sulfato del río Chonta.....	70
Tabla 22. Resultados de fosfato del río Chonta.....	73
Tabla 23. Resultados de DBO ₅ del río Chonta	75
Tabla 24. Resultados de DQO del río Chonta	78
Tabla 25. Cumplimiento del ECA-C3 (D.S. N°004-2017-MINAM)	80

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución del agua en el mundo	12
Figura 2. Ciclo del agua	13
Figura 3. Ubicación de los puntos muestreo	37
Figura 4. Resultados de pH en época de estiaje y lluvia del río Chonta	50
Figura 5. Resultados de temperatura en época de estiaje y lluvia del río Chonta	52
Figura 6. Resultado de conductividad en época de estiaje y lluvia del río Chonta	54
Figura 7. Resultados de TDS en época de estiaje y lluvia del río Chonta.....	56
Figura 8. Resultados de oxígeno disuelto en época de estiaje y lluvia del río Chonta...	62
Figura 9. Resultados de fluoruro en época de estiaje y lluvia del río Chonta	64
Figura 10. Resultados de cloruro en época de estiaje y lluvia del río Chonta.....	65
Figura 11. Resultados de nitrito en época de estiaje y lluvia del río Chonta	66
Figura 12. Resultados de bromuro en época de estiaje y lluvia del río Chonta	67
Figura 13. Resultados de nitrato en época de estiaje y lluvia del río Chonta.....	69
Figura 14. Resultados de sulfato en época de estiaje y lluvia del río Chonta	71
Figura 15. Resultados de fosfato en época de estiaje y lluvia del río Chonta	74
Figura 16. Resultados de DBO ₅ en época de estiaje y lluvia del río Chonta	76
Figura 16. Resultados de DQO en época de estiaje y lluvia del río Chonta.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS

σ :	Desviación estándar
σ^2 :	Varianza
°C:	Grados Celsius
$\mu\text{S/cm}$:	Microsiemens por centímetro
ANA:	Autoridad Nacional de Agua
DBO ₅ :	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
ECA:	Estándar de Calidad Ambiental
ECA-C3:	Estándar de Calidad Ambiental, categoría 3
Hm ³ :	Hectómetro cúbico
mg/ O ₂ L:	Miligramos de oxígeno diatómico por litro
mg/L:	Miligramos por litro
MINAM:	Ministerio del Ambiente
OD:	Oxígeno disuelto
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
ONU:	Organización de las Naciones Unidas
pH:	Potencial de hidrógeno
PPM:	Partículas por millón
TDS:	Sólidos Disueltos Totales

RESUMEN

La contaminación de las fuentes de agua es un problema a nivel mundial, por el gran crecimiento urbano y el de las actividades industriales. La provincia de Cajamarca no es ajena a esta problemática, identificándose en su territorio al río Chonta como uno de los ríos más influenciados por descargas urbanas e industriales, y otras actividades contaminantes; es por ello que la presente investigación tuvo como objetivo evaluar si las características físico químicas del agua del río Chonta, en el sector cinco de Los Baños del Inca, con el fin de evaluar si su categorización actual es adecuada para este uso. Para identificar el objetivo se establecieron cuatro puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3 y PM- 4), ubicados en zonas estratégicas con influencia de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales, actividades agrícolas y bebida de animales; en los cuales se extrajeron un total de 36 muestras de agua, distribuidas en tres monitoreos representativos (12 muestras por cada monitoreo) en relación a la época de estiaje (junio, julio y agosto). En cada punto se evaluaron 14 parámetros físico químicos, dando como resultado valores que no exceden los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 del D.S. N°004-2017-MINAM, a excepción del pH como resultado es más elevado que lo indicado por la normativa, debido a la escorrentía generada por las aguas pluviales urbanas, actividades ganaderas y agrícolas.

Palabras clave: Contaminación de agua, río Chonta, Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

ABSTRACT

The contamination of water sources is a problem worldwide, due to the great urban growth and that of industrial activities. The province of Cajamarca is not immune to this problem, identifying the Chonta River in its territory as one of the rivers most influenced by urban and industrial discharges, and other polluting activities; That is why the present investigation aimed to evaluate whether the physical and chemical characteristics of the water of the Chonta River, in sector five of Los Baños del Inca, in order to evaluate whether its current categorization is adequate for this use. To identify the objective, four sampling points were established (PM-1, PM-2, PM-3 and PM-4), located in strategic areas with the influence of domestic and industrial wastewater discharges, agricultural activities and animal drinking; in which a total of 36 water samples were extracted, distributed in three representative monitorings (12 samples for each monitoring) in relation to the dry season (June, July and August). At each point, 14 physical-chemical parameters were evaluated, resulting in values that do not exceed the Environmental Quality Standards for Water, category 3 of D.S. N°004-2017-MINAM, except for the pH, as a result, it is higher than that indicated by the regulations, due to the runoff generated by urban rainwater, livestock and agricultural activities.

Keywords: Water pollution, Chonta River, Environmental Quality Standards for Water.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento natural fundamental de planeta Tierra, indispensable para el desarrollo de la vida. Se considera como un recurso renovable, sin embargo, es limitado (Fernández, 2012) por lo que, si se realiza una explotación excesiva y un mal manejo de ella, puede llegar a agotarse en algún momento.

El agua de toda la Tierra se divide entre agua dulce y salada. El agua dulce constituye un porcentaje muy pequeño del agua de la Tierra y es reconocida por las organizaciones internacionales como un bien natural de derecho global para todos los pueblos (Caramello y Saurí, 2016), ya que es fundamental. Sin embargo, debido a las actividades antropogénicas contaminantes ha ido perdiendo su calidad. Este aspecto, es importante, al influir directamente en la salud humana, en la flora y fauna, y el ecosistema, es por ello que la implementación de las políticas públicas por parte de los gobiernos es necesaria, con el fin de garantizar el cuidado y la calidad del medio ambiente como patrimonio de la humanidad (Baquerizo et al., 2019).

Las principales causas de contaminación del agua dulce y salada son los vertimientos de aguas residuales urbanas e industrial, que se dan de manera descontrolada y sin tratamiento previo en muchas de las ocasiones, así como las prácticas agrícolas deficientes. Además, otros factores que contribuyen a esta contaminación son la acumulación de sustancias químicas presentes en suelos y sedimentos, el exceso de bombeo de aguas subterráneas, la minería y otras industrias de extracción, y la destrucción de zonas pantanosas (Fernández, 2012).

En Latinoamérica, el 80 % de la población se encuentra establecida en las ciudades y una gran parte en algunos asentamientos ubicados muy cerca a fuentes contaminantes, haciendo que esta zona a pesar de ser una de las regiones con mayor diversidad a nivel mundial y poseer un tercio del total de las fuentes de agua del mundo, presente consecuencias ecológicas muy

desfavorables por la contaminación del agua (Yee-Batista, 2013), siendo las aguas residuales una de las principales fuentes de esta, ya que, el 70 % de ellas no reciben ningún tratamiento. En la mayoría de los casos, el agua es extraída, usada y descargada en los ríos (Yee-Batista, 2013), lo que hace preocupante la situación actual, teniendo en cuenta que los ríos representan un paisaje natural muypreciado en todo el mundo, que realizan innumerables funciones vitales para los beneficios tanto de la sociedad como del ecosistema, que incluyen diferentes propósitos humanos, como el consumo de agua para beber, el mantenimiento de la salud, el saneamiento, la agricultura, la navegación y la industria (Chakraborty, 2021).

En el Perú contamos con un promedio de volumen anual de agua de 1 768 512 Hm³, lo que hace que se ubique en octavo puesto en el ranking mundial de los países que poseen mayor cantidad de agua. De esta, el 97.2 % se ubica en la vertiente del Amazonas, 5 % en la del Titicaca y el 1.8 % en la del pacífico, donde habita el mayor porcentaje de la población (65 %) (Bauer et al., 2017). A pesar de ello, encontramos gran deficiencia en la gestión y cuidado del recurso hídrico y los ecosistemas acuáticos del territorio.

Desde la segunda mitad del siglo XX, el desarrollo de las actividades correspondientes al sector industrial y la expansión urbana hacia la proximidad de los ríos ha ido en ascenso y ha provocado la contaminación de estas fuentes tan importantes para el desarrollo de la vida, a lo largo y ancho de todo el país. Todo esto es causado por todos los residuos y desechos que en su mayoría van a parar en los ríos y el mar, pues, se ha estimado que el 86 % de todos los vertimientos domésticos no reciben ninguna clase de tratamiento (Bernex, 2017).

En la ciudad de Cajamarca, el crecimiento urbano y el de las actividades económicas se ha visto en aumento al igual que en todo el Perú, lo que según Castro (2018) propicia un aumento en el volumen de aguas residuales, yendo estas a parar a los ríos y contaminándolos en gran medida.

Uno de los casos más preocupantes en este aspecto es el del río Chonta, al descargarse en él aguas residuales urbanas sin ningún tratamiento previo, debido a que no se cuenta con una adecuada gestión de ellas, generándose de esta manera un riesgo para la salud, tanto pública como ambiental (Garay y Quiliche, 2021). Además, en este río también se vierten aguas residuales industriales tratadas, provenientes de la empresa láctea Nestlé Perú S.A., que fueron admitidas a través de la Resolución Directoral N°0050-2011-ANA-DGCRH; sin embargo, al no presentar un adecuado tratamiento, pone en riesgo la vida de todos, en su mayoría a las comunidades más vulnerables (Pérez, 2019). Es alarmante también la influencia de actividades agrícolas que se desarrollan próximas a este cuerpo de agua, por lo que se introducen sustancias como pesticidas, fertilizantes y sedimentos, fuentes importantes de contaminación (Bortman & Odle, 2013) que llegan a él mediante arrastre por parte de la escorrentía de las precipitaciones o del riego. La agricultura es el mayor contribuyente de fuentes no puntuales de contaminación de las aguas; los pesticidas y fertilizantes utilizados en esta actividad pueden contaminar en este caso las aguas superficiales, al igual que los abonos orgánicos provenientes del ganado, los antibióticos que utilizan, los efluentes del ensilaje y los desechos de procesamiento de los cultivos (Olufunke, 2022).

El funcionamiento de una piscigranja cercana afecta también al cuerpo de agua, pues, durante el desarrollo de esta actividad productiva se generan vertimientos de sus aguas residuales con presencia de una elevada carga de contaminantes a raíz de los productos del metabolismo de los peces, como los alimentos y medicamentos que no son consumidos y quedan en el agua (Perlaza y Lache, 2021), aumentando de esta manera la concentración de sólidos suspendidos, nitrógeno y fósforo, dañando el ecosistema (Olufunke, 2022).

Además, en el área de estudio se realizan actividades de extracción de agregados para ser utilizados en construcción, lo que según Rocha-Tamayo (2011) ocasiona modificaciones de los

caudal y curso de los ríos en cuestión, perjudicando así el ecosistema y ocasionalmente originando problemas de inundaciones.

Por otro lado, las aguas del río Chonta son utilizadas para riego de cultivos y bebida de animales, sin embargo, las personas que disponen de ella para estos usos desconocen su calidad y las consecuencias que se podrían producir al estar contaminada, pues, debe cumplir con las normas para no exponer a ningún riesgo a la salud de los animales mediante ciertos elementos tóxicos, que también pueden ser transferidos a la cadena agroalimentaria (Fernández 2012). Esto debido a que el uso inseguro del agua proveniente de fuentes contaminadas conduce a la acumulación de contaminantes microbiológicos y químicos en cultivos, productos ganaderos, suelo y recursos hídricos. Por lo tanto, en última instancia, también provoca graves impactos en la salud entre los expuestos consumidores de alimentos y trabajadores agrícolas (Olufunke, 2022).

Según la Resolución Directoral N°1152/2005/DIGESA/SA del 03 de agosto del 2005, donde se aprueba la clasificación de los recursos hídricos ubicados en el territorio de la República del Perú, las aguas del río Chonta se encuentran clasificadas como categoría 3, que designa su uso apto para riego de vegetales y bebida de animales. Sin embargo, en el transcurso de los años se ha visto mayor influencia de agentes contaminantes por el desarrollo de algunas actividades mencionadas anteriormente, en su mayoría en el sector cinco perteneciente al distrito de Los Baños del Inca. Es por ello, que la presente investigación tiene como justificación la importancia del análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas del río Chonta, con la finalidad de evaluar y evidenciar si cumplen actualmente con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 establecidos en el D.S. N°004-2017-MINAM, pues, es de suma relevancia determinar la clasificación adecuada para las aguas, ya que, su uso en este caso influye directamente en la calidad de cultivos, salud humana, salud de animales y el desarrollo de todo su ecosistema.

A partir de la problemática expuestas, el problema de la investigación se formuló a través de la pregunta: ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del agua del río Chonta en el sector cinco, Baños del Inca, 2021 que cumplen los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3?

Se planteó también la hipótesis general que afirma que los parámetros físico químicas del agua del río Chonta, sector cinco en el distrito de Baños del Inca en el año 2021, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el D.S. N°004-2017-MINAM.

El desarrollo de la investigación constituye al curso del río Chonta, perteneciente al sector cinco tramos comprendidos entre el centro poblado de Otuzco y Huayrapongo, en el distrito de Baños del Inca. El espacio temporal en el que se desarrolló comprende los meses de junio, julio y agosto del año 2021, abarcado las épocas estacionales de lluvia y estiaje. Además, se realizó en base al análisis de 14 parámetros, de los cuales 3 fueron físicos y 11 químicos.

Al llevar a cabo el estudio se presentaron limitaciones relacionadas a la inexistencia de un laboratorio para análisis de muestras de agua acreditado en la Universidad Nacional de Cajamarca. A raíz de ello, no se pudieron analizar las muestras personalmente y se tuvo que requerir de los servicios del Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar las características físico químicas del agua del río Chonta, sector cinco, Baños del Inca, 2021 en base a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua D.S. N°004-2017-MINAM, categoría 3.

1.1.2. Específicos

- Evaluar los parámetros físicos: temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos del agua del río Chonta, sector cinco, Baños del Inca, 2021.
- Evaluar los parámetros químicos: pH, oxígeno disuelto, fluoruro, cloruro, nitrito, bromuro, nitrato, sulfato y fosfato, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno del agua del río Chonta, sector cinco, Baños del Inca, 2021.
- Comparar los resultados obtenidos de la evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua del río Chonta, sector cinco con los Estándares de Calidad Ambiental D.S. N°004-2017-MINAM – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A continuación, se muestran algunos antecedentes en el ámbito internacionales, nacionales y locales de investigaciones relacionadas a evaluaciones físico químicas de agua y a estudios realizados en el río Chonta.

2.1.1. Internacional

Lizangela et al. (2017), Evaluación de la calidad de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas residuales de la ciudad de la paz, Bolivia

Durante la emergencia por desabastecimiento de agua potable para la ciudad de La Paz ocurrido en noviembre de 2016, el gobierno local ha empleado agua de manantiales para la distribución de agua potable a las zonas afectadas. El presente estudio ha evaluado la calidad fisicoquímica y bacteriológica de estas fuentes de agua y ha encontrado que todas las muestras provenientes de los manantiales estudiados se encuentran contaminados por coliformes totales que presentan concentraciones de hasta 2400 UFC/ml; también se ha encontrado que el 62,5% de los manantiales estudiados presentan concentraciones elevadas de nitrato de hasta 105 mg/L. En este sentido, es recomendable realizar previamente un tratamiento de potabilización previo a la distribución como agua potable. Por otro lado, la caracterización hidroquímica ha mostrado que los principales tipos de agua corresponden a las facies Na-Ca-Mg-SO₄-HCO₃ y Ca-Mg-Na-NO₃-SO₄-Cl; esta característica del agua tiene un probable origen en la mineralización y/o disolución de minerales tipo trona [Na₃(HCO₃)(CO₃)·2H₂O], calcita [CaCO₃] y/o thenardita [NaSO₄] y en la contaminación antropogénica con nitrato.

Gupta et al. (2013), Assessment of Physicochemical Properties of Yamuna River in Agra City.

El río Yamuna es uno de los ríos más contaminados del mundo, es por ello, que los autores decidieron evaluar las propiedades de algunos parámetros fisicoquímicos de sus aguas. Para cumplir con el objetivo se tomaron muestras de agua en los meses de marzo y abril del año 2011, para lo que se establecieron 9 puntos de muestreo, distribuidos en diferentes lugares de Agra. Los datos obtenidos de todos los muestreos fueron promediados de acuerdo a cada parámetro y a cada uno de los 9 puntos, para luego ser comparados con los límites establecidos por la OMS (1993) e IS 10500-91. Los valores de pH se encontraban entre 7.3 y 7.7; los de conductividad entre 990 $\mu\text{mhos/cm}$ y 1285 $\mu\text{mhos/cm}$; los de TDS entre 705 mg/L y 785 mg/L; los de dureza total entre 252mg/L y 304 mg/L; y los de cloruro entre 180 mg/L y 218 mg/l. A partir de todos los resultados, los autores concluyeron que los parámetros se encontraban con valores altos de contaminación a excepción del pH, la dureza total y el cloruro, por lo que aseguraron que el río Yamuna estaba altamente contaminado y sus aguas no se encontraban aptas para el uso humano durante el tiempo de muestreo.

2.1.2. Nacional

Mendoza (2018), Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú.

Se planteó evaluar la calidad del agua superficial utilizada para consumo humano en el centro poblado de Sacsamarca mediante indicadores físico químicos, relacionando también la gestión del agua y la comprensión del ciclo hidrológico, para lo se establecieron 8 estaciones de muestro distribuidas entre el río Caracha, el reservorio y efluente de la poza de tratamiento del pueblo, el puquial y la laguna Uerpococcha. En

cada una de las estaciones se analizaron parámetros como temperatura, conductividad eléctrica, TDS, pH, DQO, ST, fosfatos, nitratos y sulfatos. Los valores obtenidos no superaron los ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM), el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N°031-2010-SA) y los Límites Máximos Permisibles para Efluente Domésticos (D.S. N°003-2010- MINAM) según sea el sector al que pertenecía cada estación de muestreo, a excepción de los fosfatos (1,51 mg/L) que sobrepasaron los ECA para Agua. Finalmente, se concluyó que el agua de la laguna Uerpococcha y la del reservorio se encontraban aptas para seguirse usando con normalidad, mientras que para el río Colmapaccha y el puquial se recomendó dejar de lado las actividades de lavado de ropa.

Córdova (2017), Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba - Apurímac – 2016.

Esta investigación se desarrolló teniendo en cuenta las causas y efectos que aparecen en un medio geológico por las actividades antropogénicas. Se buscó determinar la calidad del agua de la microcuenca del río Challhuahuacho, específicamente en los límites a la zona de crecimiento poblacional y urbanístico del distrito del mismo nombre. Se establecieron dos puntos de muestreo denominados M-02 (en la parte alta) y M-01 (en la parte baja), de los cuales se extrajeron las muestras basándose en el Protocolo de Monitoreo de Aguas – Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos como n-nitrato+n-nitrito, nitritos, conductividad, DBO₅, DQO, OD, pH, fluoruros, cloruros y sulfato. Los resultados fueron comparados con los ECA, categoría 3 (D. S. N°015-2015- MINAM), y finalmente se concluyó que los parámetros evaluados cumplieron con la normativa.

2.1.3. Local

Palomino (2018), Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016.

En este estudio se propuso evaluar la calidad del agua del río Mashcón mediante sus características fisicoquímicas y biológicas, para luego relacionarlas con los Estándares de Calidad Ambiental – categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales (D.S. N°004-2017-MINAM). Con respecto a los problemas ambientales presentes en la zona que pueden influir en la calidad del agua del río y al grado de acceso, se establecieron 5 estaciones de muestreo denominadas: E1, E2, E3, E4 y E5 (estación testigo). El muestreo se llevó a cabo en temporada de estiaje y se tomaron muestras en cada una de las estaciones, para luego evaluar parámetros como cloruro, nitrato, fosfato, SST, OD, DBO₅ y DQO. Además, los parámetros: pH, temperatura, conductividad eléctrica, TDS y salinidad fueron medidos de manera in situ. Los resultados mostraron que en la estación E1, los valores de DBO₅ (94 mgO₂/L) y DQO (250 mgO₂/L); y en la E3, los valores de DQO (66 mgO₂/L) sobrepasaron los ECA-C3. La evidencia de esto, indicó que existía una deficiente calidad del agua en el río Mashcón que se asociaba a la proximidad de este cuerpo de agua a la zona urbana.

Castillo y Quispe (2019), Calidad fisicoquímica y microbiológica del río Chonta impactadas por vertimientos de aguas residuales urbanas e industriales en el distrito de Baños del Inca – Cajamarca, 2018.

En esta investigación se planteó evaluar la calidad del río Chonta mediante factores fisicoquímicos y biológicos, para luego ser comparados con los ECA - categoría 3 (D.S. N°004-2017- MINAM). Se establecieron 2 puntos de monitoreo, el primero ubicado en la Zona 1 (influencia de descargas urbanas) y el segundo en la Zona 2 (influencia de

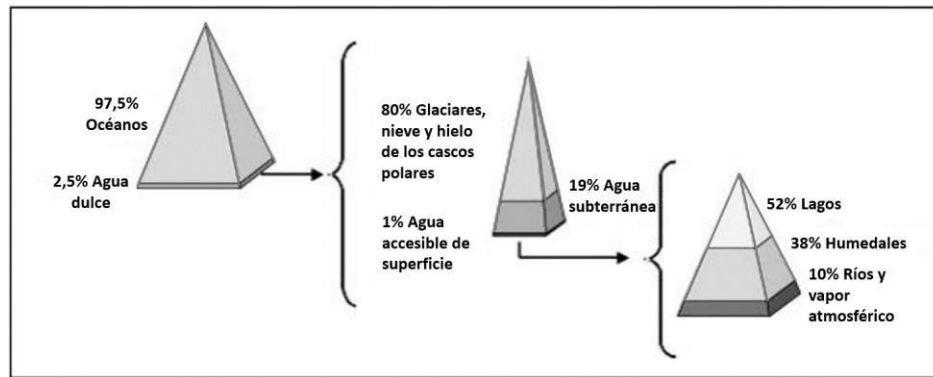
descarga de aguas residuales por actividades industriales lácteas), de los cuales se extrajeron muestras en época de estiaje y época de lluvia en dos temporadas de monitoreo para cada época. De cada una de las muestras se evaluaron pH, conductividad, DBO₅, DQO, metales, nitratos, nitritos y sulfatos mediante las normas APA, EPA y HASH según cada parámetro. Como resultados se evidenció que los parámetros que no cumplieron con la normativa fueron el pH, DBO₅ y DQO. Luego de la comparación se concluyó que las aguas del río Chonta no eran aptas para riego de vegetales y bebida de animales, pues, se vieron muy influenciadas por las descargas urbanas e industriales, por lo que su uso para este fin conllevaba un gran riesgo para la salud humana y de animales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Distribución del agua

El agua está distribuida alrededor del mundo en: océanos, lagos, ríos, aire y suelo; representando un 70% de la superficie del planeta. El agua constituyente de los océanos representa el mayor porcentaje con 97.5%; mientras que, únicamente el 2,5% es agua dulce, de la cual, casi el 80% es proveniente de los glaciares, nieve y hielo de los cascos polares; el 19 % constituye las aguas superficiales y el 1 % a agua de superficie accesible rápidamente, estas últimas se encuentra principalmente en lagos en un 52 % y humedales en un 38% (Fernández, 2012) tal y como se muestra en la Figura 1.

Figura 1
Distribución del agua en el mundo



Fuente: Fernández, 2012

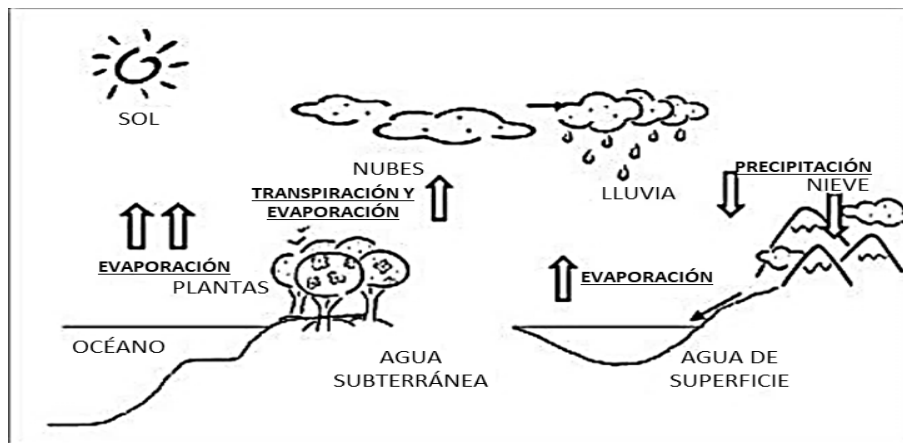
2.2.2. Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico o también denominado ciclo del agua, hace referencia al proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrósfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en donde intervienen algunas reacciones químicas que hacen que el agua se traslade de unos lugares a otros o que cambie de estado físico (sólido, líquido o gaseoso) (Raffo, 2013).

El desarrollo de las actividades antropogénicas influye de manera directa, como indirecta sobre el proceso del ciclo hidrológico, presentando en muchas regiones del mundo consecuencias negativas en la calidad de vida de las personas, al igual que en los ecosistemas naturales y la diversidad (Semarnat, 2013).

Este ciclo es un proceso complejo que incluye la precipitación, el escurrimiento, la evapotranspiración y la infiltración del agua (Fernández, 2012). La Figura 2 muestra de manera gráfica este proceso

Figura 2
Ciclo del agua



Fuente: Fernández, 2012

2.2.2.1. Precipitación

La formación de precipitación es causada por la condensación del vapor de agua atmosférico, siendo esta desbloqueada fundamentalmente por la saturación de las partículas atmosféricas, la que sucede a causa de una variedad de procesos termodinámicos. Además, existen diferentes tipos de precipitación, tales como la convectiva, orográfica y frontal (Ordoñez, 2011).

La precipitación juega un papel importante en el ciclo global de la energía y el agua. El conocimiento preciso de las cantidades de precipitación que llegan a la superficie terrestre es de especial importancia para la evaluación y gestión del agua dulce relacionadas con el uso de la tierra, la agricultura y la hidrología (Schneider et al., 2016).

2.2.2.2. Escurrimiento o escorrentía

El proceso de escurrimiento se da a partir del agua de las precipitaciones que no logra infiltrarse ni evaporarse y sigue su curso superficialmente de manera directa, logrando llegar rápidamente a los cauces superficiales. Este tipo de escorrentía abarca

la superficial y la sub superficial. También puede ser de manera basal, que se refiere a la escorrentía que llega y alimenta a los cauces superficiales durante la época de estiaje (Ordoñez, 2011).

La escorrentía es importante en el ciclo hidrológico, pues, devuelve el exceso de precipitación a los cuerpos de agua y controla la cantidad de agua que fluye hacia los sistemas. Los administradores de recursos hídricos utilizan datos de escorrentía de modelos para ayudar a comprender, controlar y monitorear la calidad y cantidad de recursos hídricos (Sitterson et al., 2018).

2.2.2.3. Evapotranspiración

La evapotranspiración representa un papel importante en el acoplamiento de los ciclos globales de energía, agua y biogeoquímicos y explica las respuestas de los ecosistemas al cambio ambiental global (Bhattarai & Wagle, 2021).

Este proceso nace de la combinación de la evaporación y la transpiración (originan pérdida de agua). Es un total de agua que es transformado en vapor por la cobertura vegetal, también incluye la evaporación del agua que se encuentra en el suelo, de la interceptada y la de la transpiración por estomas de las hojas de las plantas (Ordoñez, 2011).

2.2.2.4. Infiltración

La infiltración es fundamental para la partición de la lluvia o precipitación en escorrentía superficial y agua subterránea que gobierna el transporte de contaminantes (Govindaraju & Goyal, 2022).

Este es el proceso por el cual el agua de las precipitaciones se infiltra o atraviesa la superficie del suelo, llegando a ocupar sus poros de manera total o parcial. Los factores

que llegan a afectar a este proceso son: la entrada superficial, la transmisión a través del suelo, la acumulación en la capacidad de almacenamiento, las características del medio permeable y las características del fluido (Ordoñez, 2011). Cuando las precipitaciones son intensas habrá mayor porcentaje de agua que pasará a ser escorrentía y será menor el de agua infiltrada en el terreno, mientras que, si no presentan gran intensidad, ocurrirá lo contrario.

2.2.3. Propiedades del agua

El agua no es una sustancia químicamente pura, pues, esta solo existe en el laboratorio. El agua natural está en contacto con el suelo y la atmósfera, adquiriendo así mediante vertimientos algunos elementos o sustancias que alteran o modifican su composición original. En cualquiera de sus estados, las propiedades que posee la distinguen de otros líquidos y su calidad se identifica a partir del análisis en laboratorio de varios parámetros físicos, químicos y biológicos (Sierra, 2011).

Según (Raffo, 2013) el agua es considerada como el solvente universal gracias a su estructura molecular bipolar que permite disolver o depositar cualquier material e impurezas a través de su paso mediante el ciclo hidrológico, obteniendo de esta manera sus características de composición química y de calidad. Además, por esta razón el agua natural no es pura.

2.2.4. Calidad del agua

Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua durante su estado natural o luego de haber sido modificada por alguna actividad o acción antrópica (Monroy, citado por Palomino, 2018). Por otro lado, el término calidad de agua también se puede relacionar con el uso que se le da, pues, el agua tiene muchas finalidades y para cada una de ellas se necesita que presente determinadas características, de acuerdo

a esto, también se debe prestar importancia a no emplear agua de calidad superior para actividades que no lo necesiten (Fernández, 2012).

2.2.5. Contaminación del agua

Es causada por la presencia de formas de energía, elementos, compuestos orgánicos e inorgánicos, los cuales se encuentran disueltos, dispersos o suspendidos en el agua, en concentraciones no óptimas que limitan sus usos, por ejemplo: consumo humano, uso agrícola, industrial, estético, pecuario, etc. (Lozano-Rivas, 2013).

Según el Ministerio del Ambiente (2015) las principales causas de la presencia del déficit en la calidad del agua son el tratamiento insuficiente de las aguas residuales del tipo doméstico, los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento previo, el inadecuado manejo de los residuos sólidos, los pasivos ambientales y también las características naturales. Estas actividades son productoras de una extensa gama de compuesto orgánicos e inorgánicos, que también pueden ser provocados por fuentes puntuales (urbanas, industriales y ganaderas), difusas (áreas agrícolas y urbanas), contaminantes provenientes de procesos de eutrofización, acidificación, las filtraciones de los botaderos y embalses (Fernández, 2012). Las fuentes puntuales de contaminación son causadas por actividades identificadas de manera clara que suceden en un área definida; mientras que, las difusas se generan a partir de una variedad de factores alrededor de la cuenca que van a parar a los cuerpos de agua por la acción de las precipitaciones y escorrentía (Deliberación Ciudadana sobre el Agua, 2016) teniendo un mayor impacto en el agua que cualquier otra fuente de contaminación (Olufunke, 2022).

A lo largo y ancho del mundo, la alteración inducida por el hombre de la estructura y la función del ecosistema fluvial de agua dulce que conduce a la degradación

ecológica a gran escala ha resultado en un deterioro sostenido de la salud de los ríos (Chakraborty, 2021).

En el Perú, es común que la contaminación de los cuerpos de agua afecte su calidad a partir de parámetros relacionados con los efluentes industriales por el aporte de líquidos ácidos o alcalinos, de contaminantes, tales como fosfato, nitrato, sulfato, sólidos suspendidos, aceites, grasas, metales y materia con carga orgánica (determinada a partir del análisis de DBO₅ y DQO) (Bauer et al., 2017), trayendo como consecuencia efectos perjudiciales sobre el medio ambiente, los seres humanos, las plantas y los animales (Olufunke, 2022).

En el caso de los ríos, la calidad del agua es variable con el pasar del tiempo y a lo largo de su curso, al ser estas sometidas a variaciones climáticas y a las características de la cuenca hidrográfica. Sin embargo, el desarrollo de las actividades antrópicas llega a alterar su calidad, que en ocasiones puede resultar en cambios irreversibles de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Hanco, 2020).

Además, las prácticas agrícolas modernas han causado la degradación de estos ecosistemas, la tierra y el medio ambiente debido a los subproductos que se emplean (Olufunke, 2022).

2.2.6. Parámetros físico químicos

Los parámetros físico químicos proporcionan una extensa información sobre las especies químicas y también de las propiedades físicas del agua, pero no dan a conocer la influencia o impactos que tienen sobre la vida acuática (Hanco, 2020). Su medición es tal vez la forma más simple y fácil de determinar las variaciones en la composición de los cuerpos de agua de manera espacial o temporal por factores naturales como la

litología, el relieve, la vegetación y el clima (Mogollón, Ramírez y García, 1993, citado por Morell-Bayard et al., 2015), y también por factores antropogénicos.

Las sustancias disueltas e insolubles que se encuentran en el agua son determinantes para la definición de su composición físico química (ELIKA, 2012), por lo que es muy esencial e importante analizar el agua a través de parámetros físico químicos antes de ser utilizada para consumo humano, uso doméstico, actividades agrícola o industrial. La selección de estos parámetros para un análisis depende únicamente del uso que se le dará al recurso hídrico y la medida en la que se necesita su calidad y pureza (Tiwari, 2015).

Su estudio es muy importante para obtener una idea exacta de la calidad del agua y poder comparar los diferentes resultados con los valores estándar (Tiwari, 2015).

Además, los parámetros fisicoquímicos tienen ventajas basadas en la rapidez de los análisis y frecuencia en la que pueden ser evaluados, a diferencia de los métodos biológicos (Hancock, 2020).

2.2.6.1. pH

El pH del agua representa la intensidad de la acidez, basicidad o alcalinidad; no se debe confundir con la cantidad de compuestos ácidos o alcalinos presentes en el agua, sino que este parámetro indica la fuerza que ellos tienen. Un valor de pH en el rango de 0 a 7, indica que existen ácidos libres o sales ácidas en el agua y la clasifican como ácida; un pH igual a 7, indica que solo hay presencia de sales neutras y clasifican al agua como neutra; y un pH en el rango de 7 a 14, indica que el agua contiene sales básicas y se clasifica como básica o alcalina. La fuerza de la acidez o alcalinidad del agua se multiplica por 10, por cada unidad de pH; es así entonces, que un agua con un valor de pH igual a 6 es 10 veces más ácida que una con pH igual a 7 (García, 2013).

2.2.6.2. Temperatura

Es un importante parámetro físico del agua. Afecta las reacciones químicas en su viscosidad y velocidad (Sierra, 2011), a los procesos biológicos y a la solución de gases disueltos en los ecosistemas acuáticos. Sus variaciones son causadas por la temperatura del ambiente por el ciclo natural de las estaciones (Fernández, 2012).

2.2.6.3. Conductividad eléctrica

Es la capacidad que posee el agua para conducir electricidad por medio de las sales disueltas que contiene (Fernández, 2012). Los iones presentes tienen carga negativa y positiva, si estos se presentan disueltos en mayor cantidad, los valores de conductividad aumentarán, lo que explica que sea directamente proporcional con los sólidos o sales disueltos (Raffo, 2013).

Este parámetro es influenciado por el tipo y características del terreno por el que el agua sigue su curso o en el que se contiene y por los vertimientos de aguas residuales, que al pasar por un tratamiento ineficiente o en algunos casos ninguno, aportan gran cantidad de iones al agua. Es por ello, que se utiliza como un indicador de la presencia de vertimientos y para determinar la posible reutilización del agua para riego (Fernández, 2012).

2.2.6.4. Sólidos totales disueltos

Los sólidos totales disueltos o TDS por sus siglas en inglés, representan a las sales inorgánicas y materiales disueltos en el agua. En condiciones naturales ambientales, los compuestos de las sales se presentan en proporciones equilibradas; estas están conformadas por aniones (como carbonatos, cloruro, sulfato y nitrato) y cationes (como potasio, magnesio, calcio y sodio). Pero, en el caso de que existan aportes adicionales

de sólidos disueltos provenientes de fuentes tanto naturales como antropogénicas, la calidad del agua se verá alterada y su sistema puede ser perjudicado (Tiwari, 2015).

2.2.6.5. Oxígeno disuelto

Es proveniente de la mezcla del agua con el aire, que puede ocurrir mediante el contacto superficial establecido entre el agua y los vientos o también por los procesos fotosintéticos que desarrollan las poblaciones de algas y macrófitas de un ecosistema acuático. Además, por ser fundamental en la degradación biológica de la materia orgánica es considerado el indicador principal de contaminación de las fuentes hídricas (Lozano-Rivas, 2013).

El oxígeno disuelto se caracteriza por ser esencial para la vida acuática. Un valor de OD bajo indicaría una mala calidad del agua y esto dificultaría el mantenimiento de muchas formas de vida acuática sensibles (Tiwari, 2015).

2.2.6.6. Fluoruro

Es un ion perteneciente a las sales de solubilidad muy limitada, por lo general se encuentran en concentraciones superiores a 1 ppm en el agua, y en valores cercanos a este resultan beneficioso. En aguas naturales, los niveles de flúor se relacionan con la abundancia de minerales y rocas (Edmunds & Smedley, 2013).

2.2.6.7. Cloruro

Está presente en todas las aguas naturales, pero en diferentes concentraciones, que por lo general suelen ser mayores en aguas subterráneas y menores en las superficiales (Páez-Sánchez et al., 2013). Las aguas naturales adquieren cloruro procedente del contacto con suelos y rocas que lo contengan.

2.2.6.8. Nitrito

Se considera presente en una etapa intermedia durante el ciclo del nitrógeno, y puede presentarse en el agua a partir de la descomposición biológica de materia con alta concentración de proteínas (Gaibor, 2014), proveniente de efluentes que se vierten en las fuentes de agua dulce.

2.2.6.9. Bromuro

Se encuentra de manera natural en el agua de mar y sus mayores concentraciones se presentan en las aguas de alta mar, al igual que en aguas ubicadas en áreas con climas cálidos y secos (Winid, 2015). Las causas antropogénicas de este compuesto en los cuerpos de agua incluyen los vertimientos de aguas residuales y plaguicidas.

Por lo general, las concentraciones de compuestos organobromados en el agua son varios órdenes de magnitud inferiores a las de los bromuros (Winid, 2015).

2.2.6.10. Nitrato

Es un anión formado por nitrógeno y oxígeno, que al adherirse a compuestos orgánicos puede formar sales u otro tipo de compuestos. Aparecen a partir de la descomposición de residuos orgánicos de la producción de cultivos en sus diferentes etapas (Nebraska Extension, 2015).

Son nutrientes que estimulan principalmente el crecimiento de macrófitos y fitoplancton en los cuerpos de agua (Tiwari, 2015).

2.2.6.11. Sulfato

El sulfato se encuentra de manera natural en el medio ambiente y es proveniente de múltiples procesos acuáticos, terrestres y geológicos. En sistemas acuáticos manifiestan significativa variabilidad en sus concentraciones con respecto a la geología e hidrología que presenta la cuenca (Kleeberg, citado por Zak et al. 2021).

2.2.6.12. Fosfato

El fosfato es un contaminante frecuente de las fuentes de agua. En zonas agrícolas comúnmente provienen de los fertilizantes y en las zonas urbanas de los detergentes. También, son generados por erosión, descomposición de la materia orgánica que ingresa al sistema acuático mediante descargas industriales, domésticas y de las granjas de animales (Semarnat, 2013).

Por lo general, la presencia de estos compuestos son el resultado directo del empleo de sustancias con acciones fertilizantes en la agricultura. Por esta razón, gran parte de las investigaciones realizadas sobre el tema formulan como problema principal a la agricultura intensiva que no se muestra respetuosa con el medio ambiente (Lavie et al., 2010).

2.2.6.13. Demanda bioquímica de oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno o DBO₅ es un parámetro indicador de contaminación por materia orgánica en el agua (Tiwari, 2015). Sus valores representan los miligramos de oxígeno disuelto en el agua que han sido utilizados por las bacterias en el proceso de descomposición de la materia orgánica con respecto a 1 L de muestra de agua.

2.2.6.14. Demanda química de oxígeno

La demanda química de oxígeno o DQO, al igual que la DBO_5 también es un indicador de presencia de sustancias orgánicas en el agua, por lo que suelen analizarse juntos. Es importante, puesto que, al existir un gran aporte de materia orgánica se desencadena un proceso de desoxigenación por la gran demanda de oxígeno que requiere (Tiwari, 2015).

2.2.7. Uso del agua

El uso del agua hace mención al concepto de “utilidad” que es comúnmente empleado para la clasificación del agua para diversos fines. Existe una identificación aumentada de los valores indirectos y no utilitarios del agua como los vinculados al mantenimiento de los ecosistemas, al futuro uso del agua, valores estéticos, valores éticos, valores espirituales, valores de recreación, etc. También, suele ser clasificada en base a su rol multifuncional como los servicios de abastecimiento, regulación, servicios sociales y culturales. La clasificación más común que se le da al agua es de uso agropecuario (69% aproximadamente), industrial (19% aproximadamente) y doméstico o municipal (12%) (Deliberación Ciudadana sobre el Agua, 2016).

2.2.8. Agua para uso agrícola

En el Perú, la agricultura en zonas rurales representa el soporte económico del 30% de hogares del país y el 80% de hogares rurales. A pesar de ello, no se clasifica como la actividad con el aporte más elevado de Producto Bruto Interno nacional; sin embargo, si tiene las mayores aportaciones en la sierra (Hanco, 2020).

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes no solo en el Perú, sino que también en todo el mundo, por lo que las áreas designadas para su desarrollo se incrementan considerablemente todos los días, de tal manera que las

cantidades de agua para este uso también se elevan notablemente con el fin de un desarrollo eficiente (Crisólogo, 2018). Por esta razón, debe competir con el resto de actividades por la disponibilidad del agua, recibiendo en la mayoría de casos menor cantidad, que sumado a ello presenta ciertos grados de contaminación por los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento o con tratamiento deficiente (Hanco, 2020).

Este uso del agua abarca dos categorías: el riego restringido, el agua para este uso es destinada a los productos agrícolas no comestibles (flores, campos deportivos, zonas verdes, pastos ganaderos) o productos que pasan por un proceso industrial con fines comerciales o que se son consumidos luego de su cocción; y el riego no restringido, que abarca todos los cultivos que se consumen directamente o que no pasan por ningún proceso para comercialización (hortalizas) (Sierra, 2011).

2.2.9. Agua para bebida de animales

El agua aporta nutrientes importantes en la alimentación de los animales, al incidir directamente en los ciclos biológicos y al ser fundamental para la presencia de constantes fisiológicas adecuadas (ELIKA, 2012). Sin embargo, al presentar unacalidad ineficiente se convierte en fuente de transmisión de microorganismo patógenos que afectan directamente el sistema de los animales.

Esta agua debe ser limpia y debe presentar una adecuada calidad según análisis biológicos y físico químicos (ELIKA, 2012).

2.2.10. Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua se refieren al nivel o grado de concentraciones de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que están presentes en el agua, en condiciones de cuerpo receptor, que no

pueden llegar a dañar significativamente la salud de las personas ni al ambiente. Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015) son importantes para prevenir y controlar la calidad del agua, para así poder actuar adoptando medidas correctivas previas a su incumplimiento. Los ECA se clasifican de acuerdo a la categoría de los cuerpos de agua como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Categorías y subcategorías de los ECA para agua

Categoría	Subcategoría	Descripción
Categoría 1 Poblacional y recreacional	A Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	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
	B Aguas superficiales destinadas para recreación	B1 Contacto primario
		B2 Contacto secundario
		C1 Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras
Categoría 2 Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	C2 Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	
	C3 Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	
	C4 Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas	

Categoría	Subcategoría	Descripción
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de	D1	Agua para riego no restringido
		Agua para riego restringido
animales	D2	Bebida de animales
Categoría 4 Conservación del ambiente acuático	E1	Lagunas y lagos
	E2	Ríos de la costa y sierra
	Ríos	Ríos de la selva
	E3	Estuarios
	Ecosistemas costeros y marinos	Marinos

Fuente: Modificado del D.S N°004-2017-MINAM.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Agua: elemento natural más importante del planeta, es un recurso natural finito y renovable que hace posible, sobre todo, el desarrollo de la vida vegetal, los animales y los seres humanos (Baquerizo et al. 2019).

2.3.2. Agua superficial: se denominan agua superficial a la que se encuentran y transcurren sobre el suelo, este tipo de agua es producto de la escorrentía provocada por las precipitaciones o en ocasiones del surgimiento del agua subterránea. Dentro de esta clasificación se encuentran los ríos, lagos, lagunas (Deliberación Ciudadana sobre el Agua, 2016).

En el Perú, el agua superficial disponible es relativamente abundante incluso teniendo en cuenta su distribución a lo largo del área del territorio; sin embargo, en algunas regiones hidrográficas se encuentran con una calidad crítica (MINAM, 2015).

2.3.3. Aguas residuales: son aguas cloacales u otros desechos líquidos característicos por ser tóxicos (Deliberación Ciudadana sobre el Agua, 2016).

- 2.3.4. Concentración:** manera de expresar o determinar la cantidad de un soluto o sustancia particular presente en el agua. Se expresa como el peso (miligramos, gramos, libras, etc.) de un soluto en una unidad de volumen (litro, metro cúbico, etc.) (Sierra, 2011).
- 2.3.5. Contaminación de un ambiente acuático:** introducción de sustancias y energía por parte de los seres humanos, de forma directa o indirecta, causando daños a los organismos vivos, efectos en la salud humana, interrupción de actividades acuáticas como la natación, el buceo, la pesca, etc., e interferencia en el desarrollo de las actividades económicas como el riego y el suministro de agua para la industria (Sierra, 2011).
- 2.3.6. Gestión de recursos hídricos:** implementación y aplicación de procedimientos para planificar, desarrollar, asignar y utilizar el agua de forma más eficiente en términos cuantitativos y cualitativos (cantidad y calidad) (Deliberación Ciudadana sobre el Agua, 2016).
- 2.3.7. Muestreo de agua:** herramienta utilizada en el monitoreo que consiste básicamente en extraer una muestra o parte de un cuerpo de agua con el fin de determinar sus características y su estado actual (OEFA, 2015).
- 2.3.8. Recurso hídrico:** recurso natural de tipo renovable que fluye en cuerpos de agua natural de categoría continental y marina, y sus bienes asociados (OEFA, 2015).
- 2.3.9. Río:** corriente natural de agua que fluye de manera continua y que posee un caudal definido. Su desembocadura tiene lugar en el mar, un lago u otro río (OEFA, 2015).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Geográfica

El área de estudio se ubicó al sur del departamento de Cajamarca, a una altitud de 2667 m.s.n.m. A partir del meridiano de Greenwich, se sitúa entre los paralelos 07° 09' 30'' latitud sur y 78° 27' 48'' latitud oeste (Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, 2008).

3.1.2. Política

El río Chonta se encuentra ubicado en la región Cajamarca, provincia de Cajamarca, y constituye la vertiente del Atlántico. Nace en los poblados de la Paccha, Azufre y Combayo, recorre los distritos de La Encañada y Los Baños del Inca. En la Tabla 2 se muestra su delimitación con el norte, sureste y suroeste.

Tabla 2

Delimitación del río Chonta

Delimitación	
Norte	Cuenda del río Llaucano
Sureste	Subcuenca del río Grande de Mashcón
Suroeste	Subcuenca del río Namora (La Encañada)

Fuente: Modificado de DIGESA, 2007

3.2. Aspectos generales de la zona de estudio

3.2.1. Climatología

El clima de esta zona es caracterizado por ser frío y húmedo, con presencia de periodos secos, generalmente entre los meses de mayo y setiembre; y periodos lluviosos, entre los meses de octubre y abril (Crisólogo, 2018).

En el área también se han identificado dos microclimas correspondientes a pisos ecológicos distintos; el Quechua, ubicado entre las altitudes de 2 500 y 3 500 m.s.n.m., y caracterizado por presentar un relieve inclinado, clima frío, precipitaciones entre los meses de octubre y mayo, diversidad de especies de flora y fauna escasa; y el denominado Suni o Jalca, que abraza los pisos ecológicos localizados entre los 3 500 y 3 800 m.s.n.m., presentando un clima frío, precipitaciones pluviales en mayor grado, relieve quebrado y áreas escasas destinadas para uso agrícola (Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, 2008).

En esta zona no hay presencia de suficientes estaciones tanto climatológicas como hidrométricas para lograr definir la variabilidad de precipitación y escorrentía (Crisólogo, 2018).

3.2.2. Geomorfología

Es una zona característica del paisaje alto andino típico, identificándose también un relieve complejo y montañoso. También, se puede visualizar laderas, faldas de cerros, pendientes convexas y cóncavas, planicies y afloramientos rocosos y zonas escarpadas. Así mismo, la tierra se caracteriza por poseer pastos naturales y en un menor porcentaje terrenos desnudos en la parte sur (Crisólogo, 2018).

3.2.3. Vegetación

La vegetación se caracteriza por incluir especies de plantas silvestres, árboles y arbustos, eucaliptos, pinos. Los sembríos que se presentan, se desarrollan de manera temporal, dentro de los que sobresalen el maíz, la papa y legumbres. También, se identifican importantes sembríos de alfalfa y forraje, utilizado como alimento del ganado (Merino, 2017).

3.2.4. Accesibilidad y red vial

A nivel local, la red vial se estructura a partir de la Av. Manco Cápac, la cual es una vía de primer orden que articula el centro urbano del distrito de Los Baños del Inca con el centro poblado Puyllucana; y permite interconectarlo con la ciudad de Cajamarca a una distancia de 6 km y con Celendín a una distancia de 35 km. Las vías de segundo orden se conforman por los ejes: La libertad – Los Eucaliptos, ubicado de manera paralela a la acequia para riego denominada Remonta II, que logra la interconexión por el Norte con el centro poblado de Otuzco y por el sur con el centro poblado de Llacanora; y Huiracocha – Yahuarhuaca, que une al distrito con los centros poblados con ubicación en las laderas de la Quebrada Tingo Mayo. Por otro lado, las vías de tercer orden están conformadas por el resto de los ejes de la red vial (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2005).

3.2.5. Hidrografía

La subcuenca de este río posee un área de 13 500 ha y un caudal promedio estimando de 2 500 L/s aproximadamente. En su jurisdicción se encuentran la microcuenca del río Azufre (área de 7760 ha y caudal promedio de 1 500 L/s) y la del río Paccha (área de 5 290 ha y caudal promedio de 1 000 L/s); estos dos ríos se unen a una distancia de 7.4

km al sureste del distrito de Yanacocha, formando así el río Grande y antes de la unión con el río Mashcón toma el nombre de río Chonta (DIGESA, 2007).

3.2.6. Condiciones socioeconómicas

Según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), el distrito de Baños del Inca cuenta con un total de 46 149 pobladores, de los cuales 22 199 son hombre y 23 950 mujeres.

La población económicamente activa (PEA) es de 16 749, siendo 11 382 del sexo masculino y 5 367 del femenino. Además, 8 132 habitan en la zona urbana; mientras que, 8 617 habitan en la zona rural (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

Los habitantes de la zona rural, tienen como principales actividades económicas a la agricultura y la crianza de animales (vacunos, ovinos, porcinos, equinos y animales menores); a diferencia de los habitantes de la zona urbana, quienes se dedican en gran porcentaje a realizar trabajos en algunas empresas particulares o para el Estado (Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, 2008).

3.3. Equipos y Materiales

Materiales de Campo

Multiparámetro portátil HACH, modelo HQ40d-Multi. Para analizar la temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y TDS de manera in situ de cada una de las muestras de agua.

GPS - Garmin, modelo GPSmap 60CSx. Para determinar las coordenadas UTM de cada punto de muestreo.

Cámara fotográfica. Se empleó para obtener fotografías del proceso realizado en la investigación.

Agua destilada. Utilizada para enjuagar los sensores del multiparámetro cada vez que fueron usados en una muestra distinta.

Piseta. Para contener el agua destilada y de esa manera enjuagar los sensores del multiparámetro con mayor facilidad.

Gautes de látex. Para evitar contaminar las muestras a la hora de su manipulación. También se utilizaron como medida de seguridad.

Materiales de laboratorio

12 frascos de plástico de 1 000 mL Se utilizaron para la toma de muestras de agua para el análisis de iones.

12 frascos de plástico de 500 mL Para la toma de muestras de agua para el análisis de DQO.

12 frascos de plástico de 250 mL. Para la toma de muestra de agua para el análisis de DBO₅.

Coolers. Para almacenar todas las muestras de agua hasta trasladarlas al laboratorio y evitar así el contacto con la luz

Ice pack. Para evitar que la temperatura de las muestras aumente por factores externos.

Materiales de gabinete

Lapiceros y marcadores de tinta indeleble. Para rotular los frascos utilizados para la toma de muestras y tomar nota.

Libreta de apuntes. Para tomar nota de datos recolectados en campo.

Cadena de custodia. Para registrar datos fundamentales de las muestras tomadas y de los parámetros a analizar.

3.4. Metodología

Los parámetros físicos como la temperatura, TDS y conductividad eléctrica fueron analizados en campo con el equipo multiparámetro Hach modelo HQ40d Multi, La toma de muestras se realizó en base al Procedimiento de Toma de Muestras en Ríos o Quebradas con Bajo Caudal, descrito en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales del ANA (2016).

El análisis de los once parámetros químicos restantes se realizó en el laboratorio regional del agua de Cajamarca, mediante los métodos de ensayo EPA Method 300.1 Revisión 10 validado el 2017, SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Edición 2017, Part 5220 D, 23 rd edición 2017.

3.4.1. Actividades preliminares

3.4.1.1. Identificación de los parámetros a analizar

Los parámetros físicos y químicos del agua considerados para la investigación se identificaron a partir de su importancia y su relación con la categoría 3, para su uso en riego de vegetales y bebida de animales según el D.S. N°004-2017 del MINAM. Además, también se consideraron para la identificación de dichos parámetros las actividades que se realizan en el área de influencia del río Chonta, con el fin de realizar una evaluación representativa. La lista de parámetros se muestra en la Tabla 3, al igual que de los métodos utilizados para la determinación de cada uno de ellos.

Tabla 3

Lista de parámetros a analizar

Parámetro	Clasificación	Unidad	Método de ensayo
pH	químico	Unidad de pH	Método electrométrico
Temperatura	físico	°C	Método electrométrico
Conductividad	físico	μS/cm	Método electrométrico

Parámetro	Clasificación	Unidad	Método de ensayo
TDS	físico	mg/L	Método electrométrico
OD	químico	mg/L	Método electrométrico
Fluoruro	químico	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Cloruro	químico	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Nitrito	químico	mg/L	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography. EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017.
Bromuro	químico	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
Nitrato	químico	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
Sulfato	químico	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
Fosfato	químico	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
DBO ₅	químico	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD

Parámetro	Clasificación	Unidad	Método de ensayo
DQO	químico	mg O ₂ /L	Test. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

3.4.1.2. Ubicación de los puntos de muestreo

Para la ubicación de los puntos de muestreo se tomaron en cuenta las zonas con influencia directa de las principales actividades contaminantes como: descarga de efluentes domésticos e industriales, para lo que se realizó un reconocimiento del área de estudio con el fin de identificar las zonas de contaminación. Se determinaron cuatro puntos de muestreo que fueron codificados con la letra P (indica punto) y la letra M (indica muestreo) seguidas del número correspondiente al orden del muestreo: PM-1, PM-2, PM-3 y PM-4.

PM-1: se localizó 1 km hacia arriba desde el puente Otuzco – Los Baños del Inca, por la influencia de las actividades agrícolas que se desarrollan en zonas aledañas al río Chonta. Además, en esta zona también existe influencia de efluentes provenientes de una piscigranja y de actividades de extracción de agregados.

PM-2: se localizó a 200 m desde el puente de ingreso de Los Baños del Inca por la notoria disminución del caudal en esta zona a causa de un previo desvío de la corriente, lo que podría ser una causa de problemas de eutrofización.

PM3: Se localizó a una distancia de 1 km desde el puente de ingreso de Los Baños del Inca, en el condominio Sausalito, a la altura del ingreso de la planta de operaciones de la industria láctea Nestlé, la cual vierte sus efluentes industriales al río Chonta con un previo tratamiento; sin embargo, en el caso de una falla interna o un manejo inadecuado de su planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI), se podría afectar gravemente el cuerpo de agua.

PM-4: se localizó en el centro poblado Huayrapongo, en el camino de Baños del Inca hacia Llacanora. Este punto se estableció en este lugar, puesto que existe gran influencia de aguas residuales urbanas.

Todos los puntos se establecieron para los tres monitoreos realizados. Además, cada uno de ellos fue georreferenciado mediante el uso de un GPS Garmin - etrex10 y procesado en el programa Google Earth Pro (Figura 3). Las coordenadas de cada uno de los puntos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Coordenadas, referencia y altitud de los puntos de muestreo

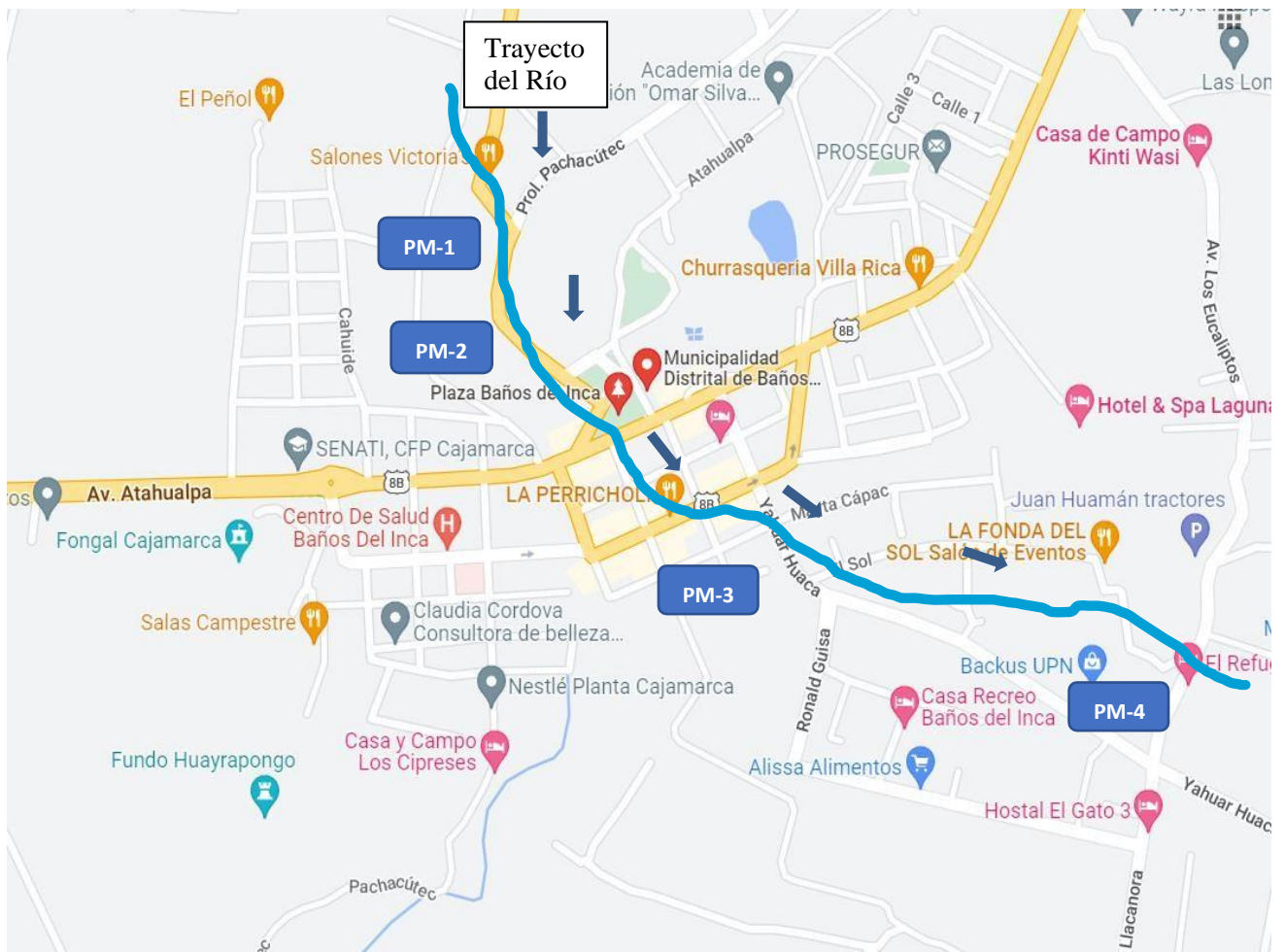
Punto de muestreo	Referencia	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Zona
		Este (x)	Sur (y)		
PM-1	1 km arriba desde el puente Otuzco – Los Baños del Inca	782967	9212930	2755	17M
PM-2	A 200 m desde el puente del ingreso de Los Baños del Inca	779709	9207497	2668	17M
PM-3	A 1 km desde el puente de ingreso de Los Baños del Inca (Ingreso Nestlé, condominio Sausalito)	779682	9206645	2662	17M

	Huayrapongo	-				
PM-4	Camino Los Baños del Inca a Llacanora	780198	9205369	2638	17M	

La misma se ubica en el sector cinco del distrito de baños del inca, donde se determinó cuatro puntos de muestreo que va desde la parte alta, media y culmina en la parte baja de dicho sector.

Figura 3

Ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Elaborado a partir de Google Earth Pro, 2021

El sector cinco abarca a los cuatro puntos de muestreo, se consideró cuatro puntos de muestreo debido a que en dichos lugares se concentraba las zonas de mayor descarga de aguas residuales

3.4.2. Trabajo de campo

3.4.2.1. Toma de muestras

Previamente a la toma de muestras se rotularon todos los frascos por utilizar (12 por monitoreo), empleando marcadores de tinta indelebles y etiquetas. Como información fundamental se consideraron el código del punto de muestreo, análisis requerido, localización, fecha y hora de la toma de muestra.

La toma de muestras se realizó en base al Procedimiento de Toma de Muestras en Ríos o Quebradas con Bajo Caudal, descrito en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua (2016).

- Se determinó una ubicación en el centro del río con respecto a la corriente.
- Se enjuagaron los frascos dos veces consecutivas con el agua del río.
- Se sostuvo el frasco por debajo del cuello y se sumergió en dirección opuesta de la corriente.
- Se cerraron herméticamente los frascos.

En el caso de las muestras de DBO₅ se llenó el frasco total y lentamente para evitar presencia de burbujas.

Todos los frascos fueron almacenados de manera vertical para prevenir derrames, en coolers cerrados en su totalidad con ice pack para evitar también el paso de luz y

conservar todas las muestras. Además, se procedió al llenado de la cadena de custodia para luego transportarlas hacia el laboratorio.

Esta etapa se realizó con estricto cuidado para evitar la obtención de datos erróneos que pueden hacer que la investigación pierda veracidad.

3.4.3. Evaluaciones realizadas

3.4.3.1. Medición de parámetros de campo

Los parámetros que fueron medidos en campo son: temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto y TDS. Para su determinación se utilizó un multiparámetro portátil HACH- HQ40d y se realizó el siguiente procedimiento:

- Se conectaron los sensores al multiparámetro portátil previamente calibrado.
- Se enjuagaron los sensores con agua destilada y se secaron suavemente (para no ocasionar daños).
- Se colocaron los sensores directamente en la muestra de agua.
- Se presionó el botón “Leer”, se esperó hasta que el valor se estabilice y se anotaron los valores obtenidos en la ficha de campo.
- Se retiraron los sensores para nuevamente ser enjuagados con agua destilada y secados suavemente.

Este procedimiento se repitió exactamente para todos los puntos de muestreo en los 3 monitoreo realizados.

3.4.3.2. Análisis físico químico de muestras

El análisis de los parámetros físicos y químicos fue realizado por el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, el cual está acreditado por INACAL. Los métodos

utilizados para el análisis fueron los establecidos por la EPA (United States Environmental Protection Agency) y APHA (American Public Health Association), según corresponda a cada parámetro.

Los parámetros físicos como la temperatura, TDS y conductividad eléctrica fueron analizados en campo con el equipo multiparámetro Hach modelo HQ40d Multi, La toma de muestras se realizó en base al Procedimiento de Toma de Muestras en Ríos o Quebradas con Bajo Caudal, descrito en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales del ANA (2016).

El análisis de los once parámetros químicos restantes se realizó en el laboratorio regional del agua de Cajamarca, mediante los métodos de ensayo EPA Method 300.1 Revisión 10 validado el 2017, SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Edición 2017, Part 5220 D, 23 rd edición 2017.

3.4.3.3. Procesamiento y análisis de la información

Los resultados de los parámetros físicos y químicos obtenidos fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3: uso para riego y bebida de animales, la cual comprende 2 subcategorías, D1: riego de vegetales y D2: bebida de animales, propuesto por el Ministerio del Ambiente en el D.S. N°004-2017-MINAM. Para el procesamiento de dichos datos se empleó el software Microsoft Excel 2016.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Resultados de los parámetros analizados en campo

A continuación, se presenta los resultados de los parámetros obtenidos del análisis en campo a modo de tablas para un mejor entendimiento y orden.

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos de los parámetros de campo en el primer monitoreo, correspondiente al mes de junio y a la época de estiaje. También muestra los datos estadísticos, en los que se puede identificar que el mayor valor de la media pertenece a la conductividad con un valor de 1270.25. Además, este parámetro presenta el mayor valor de varianza (σ^2) con 3966006.25, lo que significa una mayor dispersión datos ($\sigma = 1991.48$) y un error elevado (995.74). Por otro lado, los datos de pH son los que poseen menor variabilidad, dispersión y error.

Tabla 5*Resultados de los parámetros de campo del primer monitoreo*

PARAMETRO	UNIDAD	LCM	PUNTO DE MUESTREO				MEDIA	σ^2	σ	ERROR
			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4				
pH	Unidad de pH	N.A.	8.90	8.51	8.29	8.25	8.49	0.09	0.30	0.15
Temperatura	°C	N.A.	12.90	13.20	18.60	19.20	15.98	11.48	3.39	1.69
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	N.A.	4257.00	231.00	275.00	318.00	1270.25	3966006.25	1991.48	995.74
TDS	mg/L	2.50	135.00	110.20	146.50	125.50	129.30	235.86	15.36	7.68
OD	mg/L	0.50	8.05	8.28	8.67	5.40	7.60	2.22	1.49	0.74

La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos de los parámetros de campo en el segundo monitoreo, correspondiente al mes de julio. También muestra los datos estadísticos, en los que se puede identificar que el mayor valor de la media pertenece a la conductividad con un valor de 1148.25. Además, este parámetro presenta el mayor valor de varianza (σ^2) con 3034745.58, lo que significa una mayor dispersión de los datos ($\sigma = 1742.05$) y un error elevado (871.03). Por otro lado, los datos de pH son los que poseen menor variabilidad, dispersión y error.

Tabla 6

Resultados de los parámetros de campo del segundo monitoreo

PARAMETRO	UNIDAD	LCM	PUNTO DE MUESTREO				MEDIA	σ^2	σ	ERROR
			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4				
pH	Unidad de pH	N.A.	8.70	8.25	8.33	8.37	8.41	0.04	0.20	0.10
Temperatura	°C	N.A.	12.10	12.50	16.10	16.20	14.23	4.97	2.23	1.11
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	N.A.	3760.00	215.00	268.00	350.00	1148.25	3034745.58	1742.05	871.03
TDS	mg/L	2.50	135.00	112.00	135.00	132.00	128.50	123.00	11.09	5.55
OD	mg/L	0.50	7.58	7.66	6.87	4.90	6.75	1.65	1.29	0.64

La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos de los parámetros de campo en el tercer monitoreo, correspondiente al mes de agosto. También muestra los datos estadísticos, en los que se puede identificar que el mayor valor de la media pertenece a la conductividad con un valor de 1191.25. Además, este parámetro presenta el mayor valor de varianza (σ^2) con 3383732.25, lo que significa una mayor dispersión de los datos ($\sigma = 1839.49$) y un error elevado (919.75). Por otro lado, los datos de pH son los que poseen menor variabilidad, dispersión y error.

Tabla 7

Resultados de los parámetros de campo del tercer monitoreo

PARAMETRO	UNIDAD	LCM	PUNTO DE MUESTREO				MEDIA	σ^2	σ	ERROR
			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4				
pH	Unidad de pH	N.A.	8.70	8.30	8.40	8.75	8.54	0.05	0.22	0.11
Temperatura	°C	N.A.	13.90	13.50	18.20	19.20	16.20	8.53	2.92	1.46
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	N.A.	3950.00	233.00	265.00	317.00	1191.25	3383732.25	1839.49	919.75
TDS	mg/L	2.50	129.00	108.30	144.00	122.00	125.83	220.72	14.86	7.43
OD	mg/L	0.50	7.88	7.98	8.24	5.30	7.35	1.89	1.38	0.69

4.1.2. Resultados de los parámetros analizados en laboratorio

A continuación, se presenta los resultados de los parámetros obtenidos del Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca, a modo de tablas para un mejor entendimiento y orden al igual que los resultados anteriores.

La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos de los parámetros analizados en el laboratorio, correspondientes al mes de junio y a la época de estiaje, donde se identifica que los valores más bajos son del fosfato, presentando incluso valores de cero en varianza, desviación estándar y error. Por otro lado, los valores más elevados corresponden al sulfato, con una media de 41.230, una varianza (σ^2) de 12.785, una desviación estándar (σ) de 3.576 y un error de 1.788. Sin embargo, los datos con mayor variabilidad, dispersión y error son los del cloruro.

Tabla 8*Resultados de laboratorio del análisis físico químico del primer monitoreo*

PARAMETRO	UNIDAD	LCM	PUNTO DE MUESTREO				MEDIA	σ^2	σ	ERROR
			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4				
Fluoruro	mg/L	0.038	0.107	0.114	0.195	0.149	0.141	0.002	0.040	0.020
Cloruro	mg/L	0.065	2.972	3.693	20.810	17.250	11.181	84.336	9.183	4.592
Nitrito	mg/L	0.050	0.111	0.081	0.198	0.365	0.189	0.016	0.128	0.064
Bromuro	mg/L	0.035	1.370	< LCM	0.037	< LCM	0.704	0.888	0.943	0.471
Nitrato	mg/L	0.064	3.759	2.682	2.195	1.852	2.622	0.691	0.831	0.415
Sulfato	mg/L	0.070	42.440	36.260	44.710	41.510	41.230	12.785	3.576	1.788
Fosfato	mg/L	0.032	< LCM	< LCM	< LCM	0.125	0.125	0.000	0.000	0.000
DBO ₅	mg O ₂ /L	2.600	< LCM	< LCM	4.500	3.300	3.900	0.720	0.849	0.424
DQO	mg O ₂ /L	8.300	< LCM	< LCM	16.100	14.800	15.450	0.845	0.919	0.460

La Tabla 9 muestra los resultados obtenidos de los parámetros analizados en el laboratorio, correspondientes al mes de julio y a la época de estiaje, donde se identifica que los valores más bajos son del bromuro y fosfato, presentando valores por debajo del Límite de Cuantificación del Método (LCM). Por otro lado, los valores más elevados corresponden al sulfato, con una media de 41.603, una varianza (σ^2) de 15.525, una desviación estándar (σ) de 3.940 y un error de 1.970. Sin embargo, los datos con mayor variabilidad, dispersión y error son los del cloruro.

Tabla 9

Resultados de laboratorio del análisis físico químico del segundo monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	LCM	PUNTO DE MUESTREO				- MEDIA	σ^2	σ	ERROR
			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4				
Fluoruro	mg/L	0.038	0.122	0.100	0.210	0.160	0.148	0.002	0.048	0.024
Cloruro	mg/L	0.065	4.000	3.890	17.030	17.900	10.705	61.058	7.814	3.907
Nitrito	mg/L	0.050	0.130	0.100	0.130	0.290	0.163	0.007	0.086	0.043
Bromuro	mg/L	0.035	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Nitrato	mg/L	0.064	3.410	2.320	1.980	1.670	2.345	0.575	0.758	0.379
Sulfato	mg/L	0.070	44.540	37.250	45.310	39.310	41.603	15.525	3.940	1.970
Fosfato	mg/L	0.032	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-	-
DBO ₅	mg O ₂ /L	2.600	2.210	2.500	4.500	3.300	3.128	1.050	1.025	0.512
DQO	mg O ₂ /L	8.300	12.400	13.210	18.500	15.700	14.953	7.565	2.750	1.375

La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos de los parámetros analizados en el laboratorio, correspondientes al mes de agosto, donde se identifica que los valores más bajos son del nitrito, bromuro, fosfato, DBO₅ y DQO, presentando valores por debajo del Límite de Cuantificación del Método (LCM). Por otro lado, los valores más elevados corresponden al sulfato, con una media de 41.613, una varianza (σ^2) de 64.009, una desviación estándar (σ) de 8.001 y un error de 4.000, siendo este el grupo de datos con mayor variabilidad, dispersión y error.

En comparación con los resultados del río Yamuna que es uno de los ríos más contaminados del mundo, los datos obtenidos de todos los muestreos fueron promediados de acuerdo a cada parámetro y a cada uno de los 9 puntos, para luego ser comparados con los límites establecidos por la OMS (1993) e IS 10500-91. Los valores de pH se encontraban entre 7.3 y 7.7; los de conductividad entre 990 $\mu\text{mhos/cm}$ y 1285 $\mu\text{mhos/cm}$; los de TDS entre 705 mg/L y 785 mg/L; los de dureza total entre 252 mg/L y 304 mg/L; y los de cloruro entre 180 mg/L y 218 mg/l. A partir de todos los resultados, los autores concluyeron que los parámetros se encontraban con valores altos de contaminación a excepción del pH, la dureza total y el cloruro, por lo que aseguraron que el río Yamuna estaba altamente contaminado y sus aguas no se encontraban aptas para el uso humano durante el tiempo de muestreo.

Tabla 10

Resultados de laboratorio del análisis físico químico del tercer monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	LCM	PUNTO DE MUESTREO				_ MEDIA	σ^2	σ	ERROR
			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4				
Fluoruro	mg/L	0.038	0.132	0.121	0.131	0.104	0.122	0.000	0.013	0.006
Cloruro	mg/L	0.065	9.466	4.721	4.890	4.410	5.872	5.781	2.404	1.202
Nitrito	mg/L	0.050	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-	-
Bromuro	mg/L	0.035	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-	-
Nitrato	mg/L	0.064	1.320	0.254	1.204	0.656	0.859	0.246	0.496	0.248
Sulfato	mg/L	0.070	53.460	38.220	38.870	35.900	41.613	64.009	8.001	4.000
Fosfato	mg/L	0.032	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-	-
DBO ₅	mg O ₂ /L	2.600	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-	-
DQO	mg O ₂ /L	8.300	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-	-

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Análisis de los parámetros de campo

A. pH

La Tabla 11 muestra todos los resultados de pH obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El valor más elevado de pH que se identificó de 8.90 (altamente alcalino) en PM-1 del primer monitoreo (junio-estiaje), superando el ECA, mientras que el menor fue de 8.25 en PM-4 del primer monitoreo (junio-estiaje) y PM-2 del segundo monitoreo (julio-estiaje), estando por debajo del ECA, categoría 3.

Estos resultados de pH miden la concentración de iones de hidrógeno en el agua (Gupta et al., 2013) por lo que al ser todos los valores superiores a 7, se indica que las aguas son alcalinas en todos los puntos. Según el estudio de Castillo y Quiste (2019) este rango alcalino se debe a la presencia materia orgánica y al aporte de carbonatos. Además, también influye la mezcla de productos químicos alcalinos, jabones y detergentes producidos por actividades industriales, comerciales y domésticas (Krishnan et al., 2007).

Además, se considera la alteración del pH en los resultados debido a la presencia de la descarga de agua residual industrial y domiciliaria, presencia de actividades antropogénicas muy cerca al río Chonta donde se realizó el monitoreo.

Tabla 11*Resultados de pH del río Chonta*

Punto de muestreo	pH			LCM	ECA-C3	
	Junio-Estiaje	Julio-Estiaje	Agosto-Estiaje		D1	D2
PM-1	8.90	8.70	8.70			
PM-2	8.51	8.25	8.30		6.50	6.50
PM-3	8.29	8.33	8.40	N.A.	a	a
PM-4	8.25	8.37	8.75		8.50	8.40
Promedio	8.49	8.41	8.54			

En la Figura 4 se observan los resultados de pH en época de estiaje, comparados con los ECA categoría 3 establecido para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de Junio y Julio con 8.25; mientras que el mayor corresponde al mes de Agosto con 8.9. Esto a partir de la escorrentía generada por las aguas pluviales urbanas, que llegan a provocar una contaminación difusa (Deliberación Ciudadana sobre el Agua, 2016), lo que hace alcalinas las aguas. También, se observa que ambos valores están por encima del ECA mínimo (6.50). Sin embargo en los tres meses de monitoreo se superaron los ECA máximos.

Es importante mencionar que generalmente los valores de pH no representan un problema directo sobre la salud de los animales que beben el agua; sin embargo, si actúan negativamente en la eficacia de los tratamientos administrativos en

el agua para bebida o en las áreas donde se genera contacto, como por ejemplo las tuberías (ELIKA, 2012).

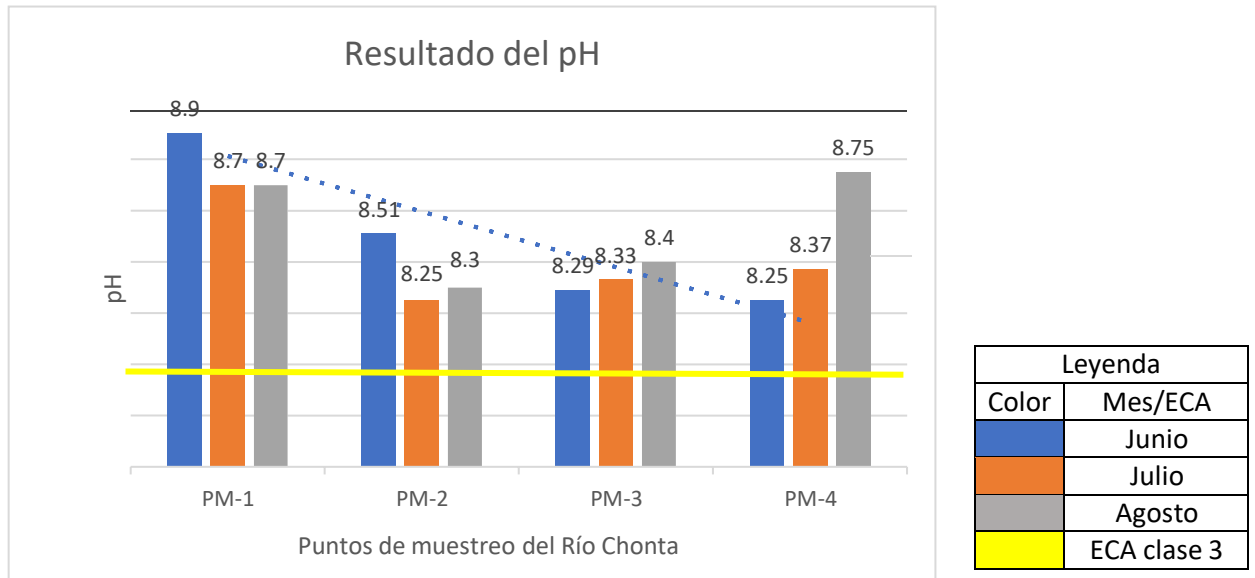


Figura 4
Resultado de pH del río Chonta

B. Temperatura

La tabla 12 muestra todos los resultados de temperatura obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El valor menor identificado fue 12.10 °C en PM-1 del segundo monitoreo (julio-estiaje) y el mayor 19.20 °C en PM-4 del primer (junio-estiaje) y tercer monitoreo (agosto-estiaje). Además, se observa que a medida que los puntos van aproximándose hacia las zonas influenciadas por aguas residuales domésticas, la temperatura asciende, siendo esta muy importante por los efectos que puede llegar a provocar sobre la solubilidad del oxígeno y su condicionamiento en los procesos de depuración biológica (Gaibor, 2014). Al igual que en el estudio de Mendoza (2018), donde se obtuvieron resultados de temperatura

más altos en el punto cercano a la zona de influencia del efluente de una poza de oxidación.

Por otros lados, no se logró comparar estos resultados con la normativa nacional, por la ausencia de datos para la determinación del valor del ECA-C3, pues, para ello se requería de los datos de temperatura mensual multianual de la zona de estudio.

Tabla 12
Resultados de temperatura del río Chonta

Punto de muestreo	Temperatura (°C)			LCM	ECA-C3	
	Junio-Estiaje	Julio-Estiaje	Agosto-Estiaje		D1	D2
PM-1	12.90	12.10	13.90			
PM-2	13.20	12.50	13.50			
PM-3	18.60	16.10	18.20	N.A.	Δ 3	Δ 3
PM-4	19.20	16.20	19.20			
Promedio	15.98	14.23	16.20			

En la Figura 5 se observan los resultados de temperatura. El menor valor corresponde al mes de Julio con 12.1 °C; mientras que el mayor corresponde a los meses de junio y Agosto con 19.2 °C.

Los resultados están relacionados directamente con los factores ambientales y efectos climáticos, como el lugar y el momento en el que se tomaron las muestras o por la inserción de desechos industriales (Raffo, 2013) que en muchas ocasiones poseen refrigerantes, aumentando la temperatura del agua.

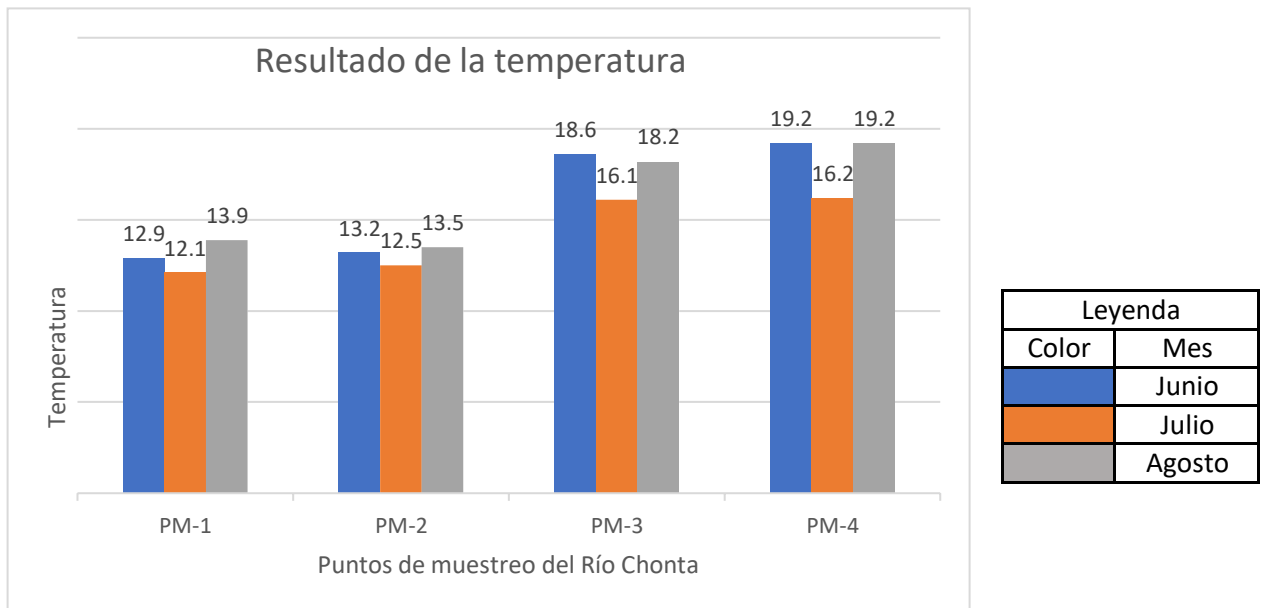


Figura 5

Resultados de temperatura del río Chonta

C. Conductividad eléctrica

La Tabla 13 muestra todos los resultados de conductividad eléctrica obtenidos en los tres monitoreos realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El menor valor que se identificó fue de 215.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en PM-2 del segundo monitoreo (julio-estiaje); mientrasque, el mayor fue 4 257.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en PM-1 del primero monitoreo (junio-estiaje).

La conductividad depende de la concentración de iones en solución (Sharma & Walia, 2016), por lo que según Gupta et al. (2013) este parámetro está indicando principalmente la presencia de arena, limo, arcilla, fitoplancton, microorganismos o materia orgánica suspendida o disuelta en el agua. En este caso procedentes de las descargas de la piscigranja, el área agrícola y la extracción de agregados. Además, el autor indica también que al ser estos iones causa de las sales disueltas, contribuyen en

la dureza del agua, es por ello que en valores elevados resulta perjudicial para estos usos.

Todos los datos del punto PM-1 en los tres monitores superan el ECA, categoría 3, subcategoría D1, pero cumplen con la subcategoría D2; el resto de datos cumplen con ambas subcategorías.

Tabla 13

Resultados de Conductividad eléctrica del río Chonta

Punto de muestreo	Conductividad eléctrica			LCM	ECA-C3	
	(μS/cm)				D1	D2
	Junio- Estiaje	Julio- Estiaje	Agosto- Estiaje			
PM-1	4257.00	3760.00	3950.00			
PM-2	231.00	215.00	233.00			
PM-3	275.00	268.00	265.00	N.A.	2500 5000	
PM-4	318.00	350.00	317.00			
Promedio	1270.25	1148.25	1191.25			

En la Figura 6 se observan los resultados de conductividad de cada mes, comparados con el ECA categoría 3 establecido para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de agosto con 1191.25 μS/cm; mientras que el mayor corresponde al mes de Junio con 1209.25 μS/cm. Estos valores representan una medida indirecta de la concentración de las sales o sólidos disueltos presentes en el agua, puesto que, los iones que permiten su evaluación poseen cargas negativas y positivas, haciendo que la resistencia del agua en relación a la corriente eléctrica se pueda identificar de forma cuantitativa (Raffo, 2013).

Al igual que en el estudio de Mendoza (2018), los valores de conductividad eléctrica más elevados en la época de estiaje se deben al decrecimiento del caudal, por lo que la concentración de sales disueltas en el agua aumenta los resultados de este parámetro.

También, se observa que ambos resultados están por debajo del ECA-C3, por lo que se puede afirmar que según el análisis por meses, este parámetro cumple con la normativa nacional.

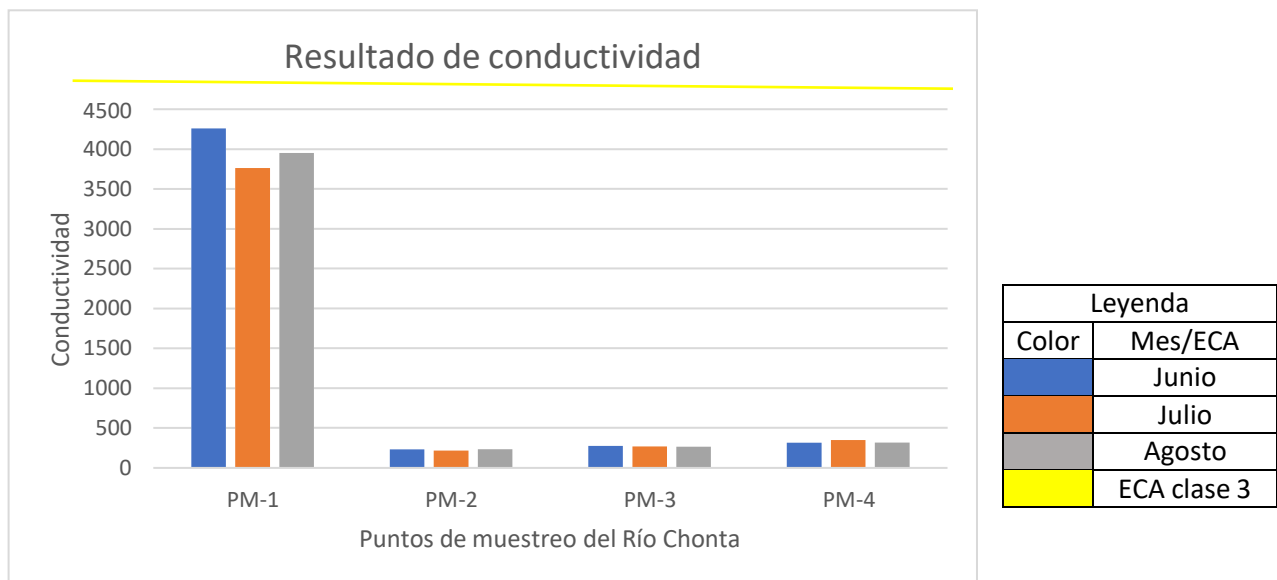


Figura 6

Resultado de conductividad del río Chonta

D. Sólidos disueltos totales

La Tabla 14 muestra todos los resultados de sólidos disueltos totales obtenidos en los tres monitores realizados, en cada uno de los puntos de muestreo. Los valores oscilaron entre 108.30 mg/L y 146.50 mg/L. El valor menor identificado fue en PM-2 del tercer monitoreo (agosto) y el mayor en PM-3 del primero (junio). Los puntos en donde se identifica mayor concentración de sólidos disueltos totales son PM-3 y PM-1; el primero obtiene estas

cantidades de las aguas residuales de la industria láctea y el segundo por la extracción de agregados. Este parámetro indica el total de sales disueltas en el agua, en su mayoría calcio, magnesio y sodio, los cuales están distribuidos en concentraciones equivalentes. Sin embargo, en aguas insalubres el 90 % de todas las sales son magnesio y calcio (Gracia, 2013).

No existe un Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3, en relación a este parámetro, por lo que no se logró comparar estos resultados con la normativa nacional. Según la OMS et al (2020) el nivel de TDS ideal en agua (mg/l): Menos de 300: Excelente. 300 – 600: Bueno. 600 – 900: Regular. Si consideramos lo indicado por la organización mundial de la salud el agua corresponde a la categoría excelente.

Tabla 14

Resultados de los sólidos disueltos totales del río Chonta

Punto de muestreo	TDS (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio- Estiaje	Julio- Estiaje	Agosto- Estiaje		D1	D2
PM-1	135.00	135.00	129.00			
PM-2	110.20	112.00	108.30			
PM-3	146.50	135.00	144.00	2.50	-	-
PM-4	125.50	132.00	122.00			
Promedio	129.30	128.50	125.83			

En la Figura 7 se observan los resultados de TDS de cada mes. El menor valor corresponde al mes de agosto con 108.3 mg/L; mientras que el mayor corresponde al mes de junio con 146.50 mg/L. La mayor concentración se debe principalmente a las aguas residuales, que al aportar TDS, estos se oxidan y consumen el oxígeno disuelto del agua, por lo que modifican su composición natural (Gaibor, 2014), limitando su uso para distintas categorías, según la gravedad de cada caso.

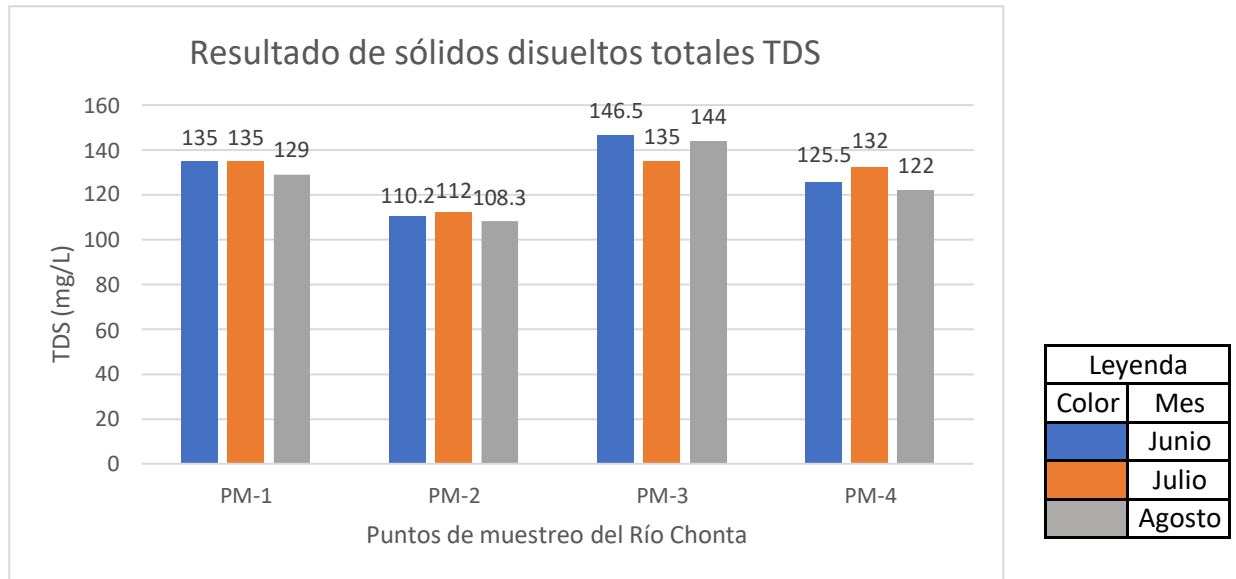


Figura 7

Resultado de sólidos disueltos totales del río Chonta

E. Oxígeno disuelto

La Tabla 15 muestra todos los resultados de oxígeno disuelto obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El menor valor que se identificó fue de 4.90 mg/L en PM-4 del segundo monitoreo (julio-estiaje); mientras que, el mayor fue 8.67 en PM-3 del primero (junio-estiaje). Además, todos los datos cumplen con el ECA, categoría 3 a excepción del menor dato identificado, que está por debajo del ECA mínimo para bebida de animales.

Los resultados de oxígeno disuelto en el río se relacionan con los de temperatura, pues, en PM-4 se obtuvieron los mayores valores de temperatura y los menores de OD. Además, este parámetro también depende de una serie de procesos físicos, químicos, biológicos y microbiológicos que suceden en el río. Los valores de OD también

muestran cambios laterales, espaciales y estacionales dependiendo de las condiciones industriales, humanas y actividad térmica (Appavu et al., 2016).

Este parámetro, es uno de los más importantes para definir la calidad del agua; en menores concentraciones se le puede atribuir a una baja solubilidad y a situaciones ecológicas precarias. También disminuye por el proceso de oxidación de la materia orgánica proveniente en este caso de las aguas residuales, al igual que por la oxidación del amoníaco y el amonio disuelto, sustancias que se encuentran en el agua por actividades biológicas y por oxidación generan la formación de nitrato (Fernández, 2012).

Tabla 15

Resultados de oxígeno disuelto del río Chonta

Punto de muestreo	OD (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio-Estiaje	Julio-Estiaje	Agosto-Estiaje		D1	D2
PM-1	8.05	7.58	7.88			
PM-2	8.28	7.66	7.98			
PM-3	8.67	6.87	8.24	0.50	≥ 4	≥ 5
PM-4	5.40	4.90	5.30			
Promedio	7.60	6.75	7.35			

En la Figura 8 se observan los resultados de oxígeno disuelto de cada época, comparados con los ECA categoría 3 establecidas para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de Julio con 4.9 mg/L; mientras que, el mayor corresponde al mes de Junio con 8.67 mg/L. Se muestra que ambos valores están por debajo del ECA mínimo.

En la época de estiaje factores como la disminución del caudal y la temperatura influyen directamente en la competencia entre los organismos por consumo de oxígeno para así lograr sobrevivir y desarrollarse de manera normal (Morell-Bayardet al., 2015), implicando una mayor demanda de este parámetro y por lo tanto una menor concentración en el agua.

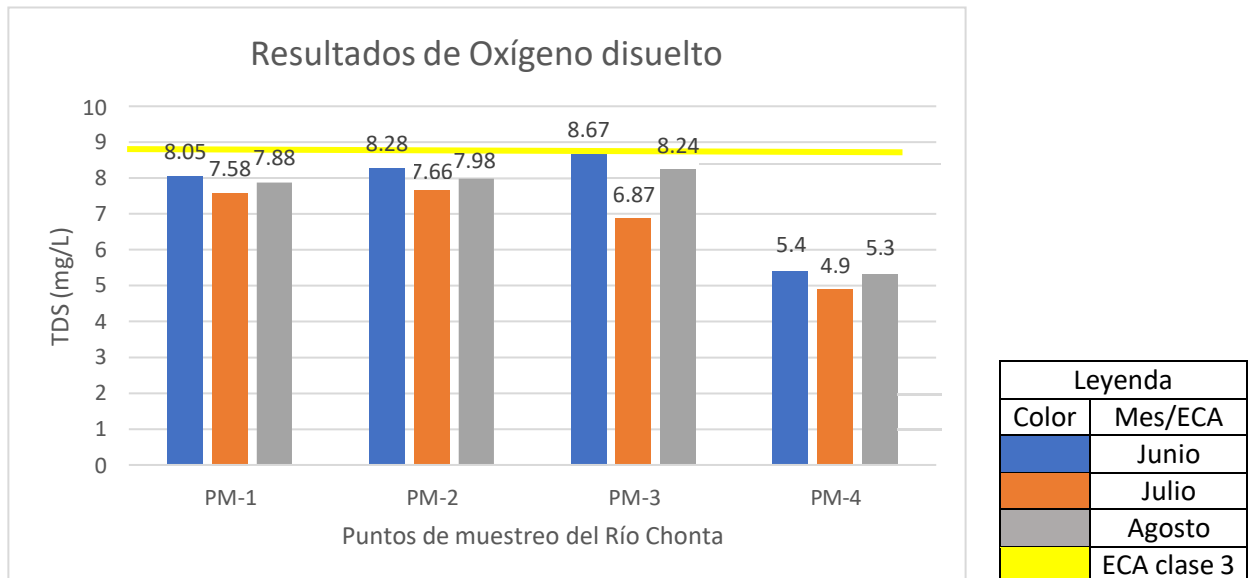


Figura 8

Resultados de oxígeno disuelto del río Chonta

4.2.2. Análisis de los resultados de laboratorio

A. Fluoruro

La Tabla 16 muestra todos los resultados de fluoruro obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El menor valor que se identificó fue de 0.100 mg/L en PM- 2 del segundo monitoreo (julio); mientras que el mayor fue de 0.210 mg/L en PM-3, también del segundo monitoreo.

Además, todos los datos cumplen con el ECA categoría 3 al igual que en el estudio de Córdova (2017), donde el río Challhuahuacho también presentó valores de fluoruro menores a 1 mg/L y cumplió con la normativa.

Según Hait et al. (2011) los resultados obtenidos son óptimos, ya que en fuentes de agua dulce la concentración de fluoruro por lo general se encuentra dentro del rango de 0.01 y 0.3 mg/L, siendo provenientes de las fuentes naturales y de los productos químicos industriales mediante el vertimiento de las aguas residuales que van a parar al río.

Tabla 16

Resultados de fluoruro del río Chonta

Punto de muestreo	Fluoruro (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio- Estiaje	Julio- Estiaje	Agosto- Estiaje		D1	D2
PM-1	0.107	0.122	0.132			
PM-2	0.114	0.100	0.121			
PM-3	0.195	0.210	0.131	0.038	1	-
PM-4	0.149	0.160	0.104			
Promedio	0.141	0.148	0.122			

En la Figura 9 se observan los resultados de fluoruro de cada mes, comparados con los ECA categoría 3 establecidas para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de Julio con 0.1 mg/L; el mayor corresponde también al mes de Julio con 0.21 mg/L. También se muestra que ambos valores están por encima del ECA máximo establecido.

En general, las aguas superficiales suelen presentar bajas concentraciones de fluoruro, al igual que en el caso de las fuentes de agua subterráneas con poca profundidad por las lluvias tempranas recientemente infiltradas. En condiciones climáticas áridas se puede detectar mayor concentración de fluoruro en las aguas, a causa de la filtración y tasa de flujo lentas, que prolonga el tiempo de reacción con las rocas a diferencia de lo que ocurre en los trópicos húmedos, donde hay mayor cantidad de lluvias e influye en su disolución, lo que hace que las concentraciones sean menores (Edmunds & Smedley, 2013).

Al comparar con resultados de los antecedentes nacionales los cuales también fueron comparados con el ECA clase tres y cumplieron con la normativa como es el caso del Fluoruro, entre otros parámetros de la presente evaluación.

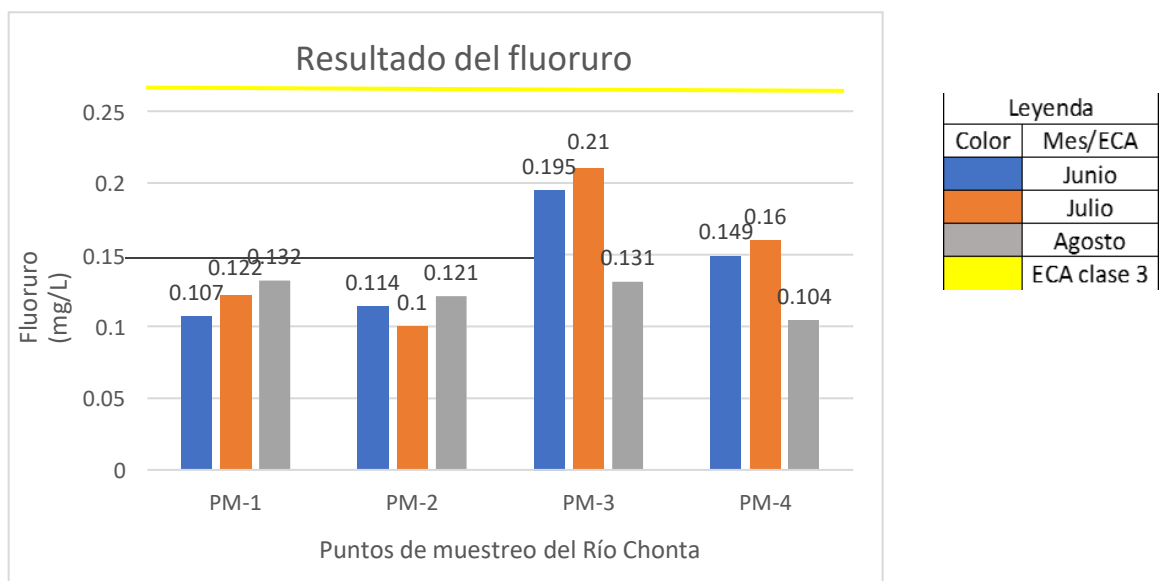


Figura 9

Resultados de fluoruro en época de estiaje y lluvia del río Chonta

B. Cloruro

La Tabla 17 muestra todos los resultados de cloruro obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El menor valor que se identificó fue de 2.97 mg/L en PM-1 del primer monitoreo (junio); mientras que, el mayor fue 20.81 mg/L en PM-3, también del segundo monitoreo. Además, todos los datos cumplen con el ECA categoría 3 por ser menores a 500 mg/L, al igual que los resultados de cloruro del estudio de Gupta et al. (2013), donde se afirmó que la concentración de este parámetro en el agua indica presencia de residuos orgánicos, en particular de origen animal. Incluido a ello, también pueden deberse a las aguas residuales industrial (Appavu et al., 2016).

En concentraciones elevadas estas sales provocan toxicidad en cultivos, los cuales pueden presentar quemaduras en sus hojas y dificultad para absorber nitrógeno y fósforo. Además, también son dañinos para la vida acuática (Appavu et al., 2016). Por otro lado, en concentraciones óptimas como lo es el caso del río Chonta, favorecen el desarrollo de plantas y animales, siendo un elemento fundamental para su desarrollo (DIGESA, 2005).

Tabla 17
Resultados de cloruro del río Chonta

Punto de muestreo	Cloruro (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio- Estiaje	Julio- Estiaje	Agosto- Lluvia		D1	D2
PM-1	2.97	4.00	9.47	0.065	500	-
PM-2	3.69	3.89	4.72			

PM-3	20.81	17.03	4.89
PM-4	17.25	17.90	4.41
Promedio	11.18	10.71	5.87

En la Figura 10 se observan los resultados de cloruro de cada mes, comparados con el ECA categoría 3. El menor valor corresponde al mes de junio con 2.97 mg/L; mientras que, el mayor corresponde también al mes de Junio con 20.81 mg/L. Además, ambos valores están por debajo del ECA máximo, por lo que se puede decir que, con respecto al cloruro, se cumple con la normativa nacional.

En las aguas naturales es muy común encontrar concentraciones de cloruro muy variables por factores naturales, como las características geológicas y climáticas de la zona; sin embargo, esta cantidad siempre es menor a comparación de cuando existe influencia antropogénica como el vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales (Sharma & Walia, 2016).

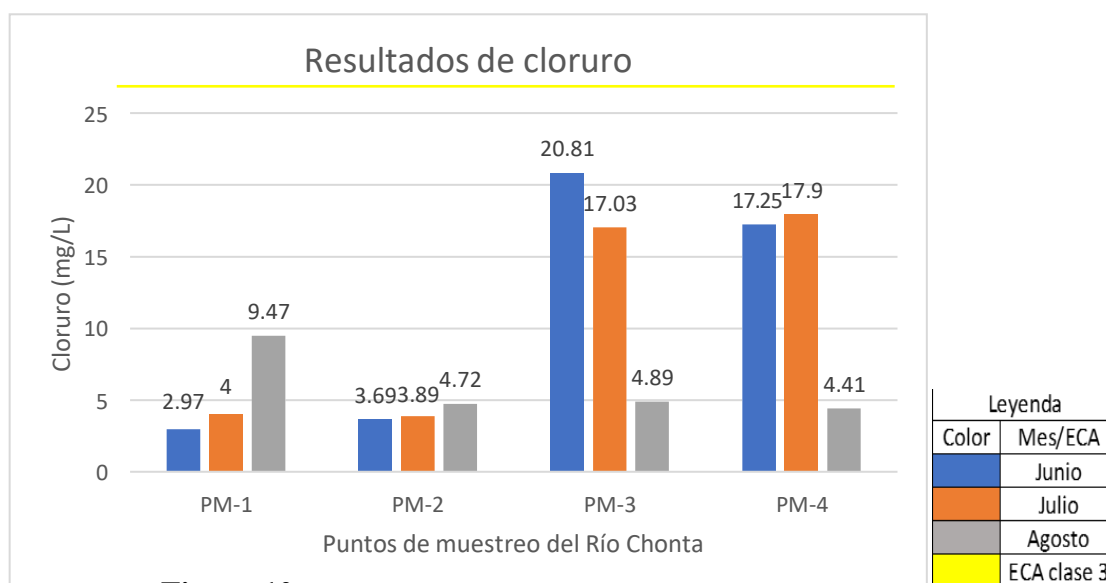


Figura 10

Resultados de cloruro del río Chonta

C. Nitrito

La Tabla 18 muestra todos los resultados de nitrito obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. En el caso de todos los puntos de muestreo del tercer monitoreo (agosto), se identificaron valores menores al LCM; por lo que, al no poder ser medidos por sus bajas concentraciones, se les asignó el valor del LCM, que para este caso es 0.05 mg/L. Entonces, a partir de ello se determinó que el menor valor obtenido fue de 0.05 mg/L en los puntos antes mencionados que tomaron el valor del LCM; mientras que, el mayor fue de 0.365 mg/L en PM-4 del primer monitoreo (junio). Además, todos los datos cumplen con el ECA categoría 3.

Los resultados son indicadores de ambientes anaeróbicos donde no se logra transformar todo el nitrógeno presente en amoníaco (Fernández, 2012). Aunque las concentraciones de nitrito resultaron ser bajas, su evaluación fue relevante para el estudio, pues, este anión posee gran toxicidad para el ecosistema acuático (Sierra, 2011).

Tabla 18

Resultados de nitrito del río Chonta

Punto de muestreo	Nitrito (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio-Estiaje	Julio-Estiaje	Agosto-Estiaje		D1	D2
PM-1	0.111	0.130	<LCM			
PM-2	0.081	0.100	<LCM			
PM-3	0.198	0.130	<LCM	0.05	10	10
PM-4	0.365	0.290	<LCM			
Promedio	0.189	0.163	0.050			

En la Figura 11 se observan los resultados de nitrito de cada mes, comparados con el ECA categoría 3 para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de Junio con 0.081 mg/L; el mayor corresponde también al mes de Junio con 0.365 mg/L. Además, ambos valores de nitrito están muy por debajo del ECA máximo, por lo que se puede decir que cumplen con la normativa nacional por ser menores a 10 mg/L.

A pesar de que el ECA-C3 establecido por la normativa nacional es 10 mg/L, las concentraciones de nitrito por lo general no suelen ser mayores a 1 mg/L en aguas superficiales no influenciadas por factores externos (ELIKA, 2012). En el caso del río Chonta este valor de 1 mg/L se excede ligeramente, sin embargo, los resultados siguen siendo bajos.

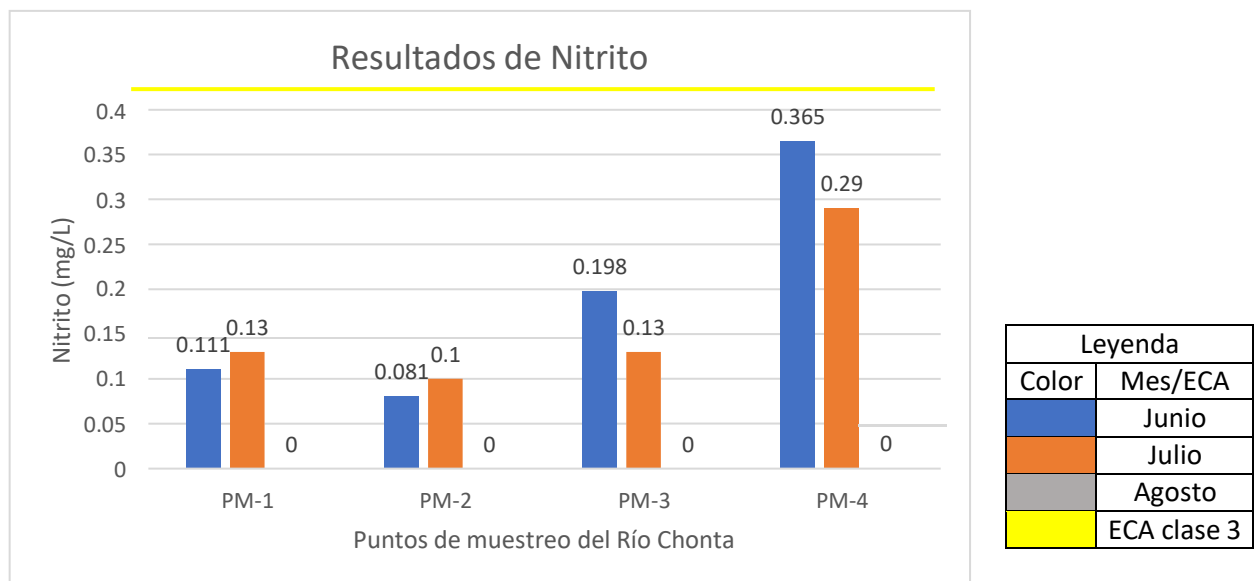


Figura 11

Resultados de nitrito en época de estiaje y lluvia del río Chonta

D. Bromuro

La Tabla 19 muestra todos los resultados de bromuro obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. En el caso de todos los puntos de muestreo del segundo y tercer monitoreo y de los puntos PM-2 y PM-4 del primero, se identificaron valores menores al LCM; por lo que, al no poder ser medidos por sus bajas concentraciones, se les asignó el valor del LCM, que para este caso es 0.035 mg/L. Entonces a partir de ello se determinó que el menor valor obtenido fue de 0.035 mg/L en los puntos antes mencionados a los que se les asignó un valor; mientras que el mayor fue de 1.37 mg/L en PM-1 del primer monitoreo (junio).

Al igual que el parámetro anterior, es normal y correcto que las concentraciones encontradas sean bajas, puesto que, si fueran elevadas representarían daños tanto para la flora, como para la fauna. Los factores antropogénicos responsables de la presencia de bromuro en el agua del río incluyen la presencia de aguas residuales y de plaguicidas (Winid, 2015).

No existe un Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3, en relación a este parámetro, por lo que no se logró comparar estos resultados con la normativa nacional.

Tabla 19

Resultados de bromuro del río Chonta

Punto de muestreo	Bromuro (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio-Estiaje	Julio-Estiaje	Agosto-Estiaje		D1	D2
PM-1	1.370	<LCM	<LCM			
PM-2	<LCM	<LCM	<LCM	0.035	-	-
PM-3	0.037	<LCM	<LCM			

PM-4	<LCM	<LCM	<LCM
Promedio	0.369	0.035	0.035

En la Figura 12 se observan los resultados de bromuro de cada época. El menor valor corresponde a 0.04 mg/L; mientras que el mayor con 1.37 mg/L. Esto debido a que las mayores concentraciones de bromuro en el agua se presencian en climas cálidos y secos (Winid,2015).

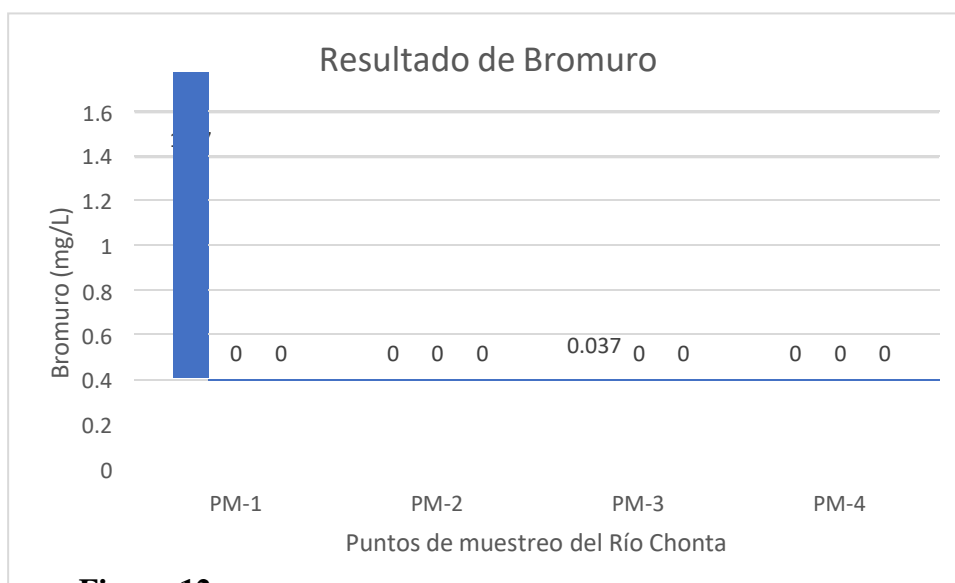


Figura 12

Resultados de bromuro del río Chonta

E. Nitrato

La Tabla 20 muestra todos los resultados de nitrato obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El menor valor que se identificó fue de 0.204 mg/L en PM-2 del tercer monitoreo (agosto); mientras que, el mayor fue 3.759 mg/L en PM-1 del primer monitoreo (junio).

Estos compuestos de nitrógeno se liberan al descomponerse la materia orgánica presente en el agua, al diluirse las rocas con el caudal y al verter aguas residuales. Además, su principal fuente es la agricultura, por el uso de abonos y fertilizantes al contener nitrógeno (DIGESA 2005), lo que relaciona el mayor valor obtenido con el punto PM-1, puesto que es influenciado por actividades agrícolas.

No existe un Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3, en relación a este parámetro, por lo que no se logró comparar estos resultados con la normativa nacional. Esto puede estar relacionado a que el nitrato por lo normal no representa un riesgo para la salud a diferencia de cuando se convierte en nitrito (Córdova, 2017).

Tabla 20

Resultados de nitrato del río Chonta

Punto de muestreo	Nitrato (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio- Estiaje	Julio- Estiaje	Agosto- Estiaje		D1	D2
PM-1	3.759	3.410	1.320			
PM-2	2.682	2.320	0.254			
PM-3	2.195	1.980	1.204	0.064	-	-
PM-4	1.852	1.670	0.656			
Promedio	2.622	2.345	0.859			

En la Figura 13 se observan los resultados de nitrato de cada mes. El valor menor corresponde al mes Agosto con 0.25 mg/L; mientras que el mayor corresponde al mes de junio con 3.759 mg/L pues las concentraciones de nitrato presentan un aumento por la reducción del caudal del río y en situaciones por ingreso del ganado en época seca (Mendoza, 2018). Por otro lado, en el estudio de Castillo y

Quispe (2019), el nitrito en el río Chonta también fue menor en Junio y mayor en Agosto al igual que en la presente investigación.

Este parámetro es fundamental para las plantas, sin embargo, en altas concentraciones causa efectos dañinos, esto dependerá de la sensibilidad de cada tipo de planta. Además, aumenta el tamaño de las plantas, pero, disminuye su azúcar en contenido y pureza; en exposiciones prolongadas incluso puede ampliar su periodo vegetativo en paralelo a la disminución de su producción. Por otro lado, en animales y personas causa algunos trastornos sanguíneos (DIGESA, 2005).

Los efectos negativos del nitrato en el ecosistema acuático causan el desarrollo de algas tóxicas, la descomposición de la materia orgánica y la disminución del porcentaje de oxígeno del agua (Bauer et al., 2017)

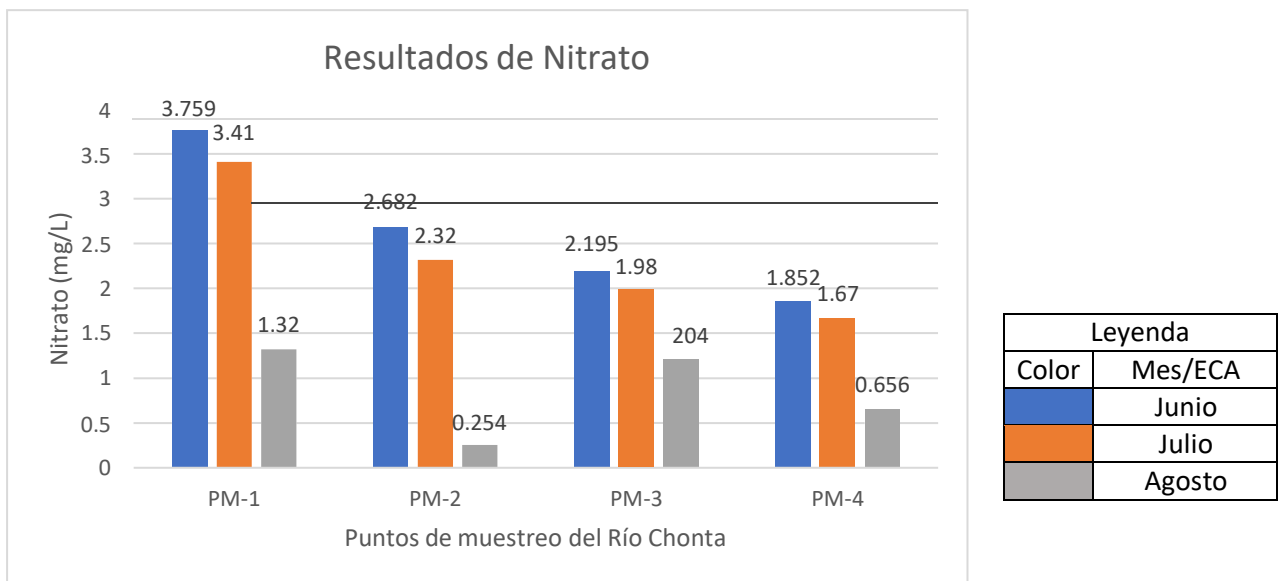


Figura 13

Resultados de nitrato en época de estiaje y lluvia del río Chonta

F. Sulfato

La Tabla 21 muestra todos los resultados de sulfato obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. El menor valor que se identificó fue de 35.90 mg/L en PM-4 del tercer monitoreo (agosto); mientras que, el mayor fue 53.46 mg/L en PM-1, también del tercer monitoreo. Además, se identificó que todos los datos fueron menores que el ECA categoría 3, al igual que en el año 2018 donde todos los resultados de sulfato estuvieron muy por debajo de esta normativa (Castillo y Quispe, 2019) indicando que no existen daños a partir de este parámetro.

Estos valores se deben a la influencia de las aguas residuales agrícolas e industriales que se presentan en la zona. Sin embargo, sus concentraciones también varían de acuerdo a la geología e hidrología predominante del lugar, en este caso por la erosión a la que el río está expuesto por las actividades de extracción de materiales que se realizan (Zak et al., 2021).

Por otro lado, estos sulfatos aportándole salinidad en la composición del agua, considerándose uno de los aniones más peligrosos en el agua para riego, debido a que, al exponer a la planta al agua contaminado por sulfato, sus hojas se quemarán y limitará su absorción de calcio, pero facilitará la absorción de sodio, generando otros inconvenientes. Además, pueden alterar el sabor y proporcionarle al agua un efecto laxante que afectará a los animales que la consuman (DIGESA, 2005).

Tabla 21

Resultados de sulfato del río Chonta

Sulfato (mg/L)	LCM	ECA-C3
----------------	-----	--------

Punto de muestreo	Junio- Estiaje	Julio- Estiaje	Agosto- Estiaje		D1	D2
PM-1	42.44	44.54	53.46			
PM-2	36.26	37.25	38.22			
PM-3	44.71	45.31	38.87	0.07	1000	1000
PM-4	41.51	39.31	35.90			
Promedio	41.23	41.60	41.61			

En la Figura 14 se observan los resultados de sulfato de cada mes, comparados con el ECA categoría 3 para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de Agosto con 35.9 mg/L; mientras que el mayor corresponde también al mes de Agosto con 53.46 mg/L. Además, ambos valores están muy por debajo del ECA máximo, por lo que se puede decir que con respecto al sulfato se cumple con la normativa nacional. Lo mismo sucedió con los resultados de sulfato en el río Colmapaccha según Mendoza (2018), donde los resultados fueron mayores en la época de lluvia, sin embargo, la diferencia entre valores no fue tan mínima como en el río Chonta.

El aumento de la concentración de sulfatos en la época de lluvia se debe a incisión erosiva causada por los procesos de extracción de agregados para construcción, pues se dejan expuestas capas de suelo ricas en sulfatos que posteriormente son arrastrados por las precipitaciones y escorrentía que aumenta en las épocas lluviosas (Zak et al., 2021). Además, los niveles constantes y crecientes de sulfato dentro de los ecosistemas de agua dulce son una causa de varias actividades humanas como también la contaminación de efluentes industriales y su disolución se asocia a su estabilidad y resistencia a la reducción (DIGESA, 2005).

La contaminación por este anión puede tener efectos tóxicos sobre las plantas acuáticas y los animales incluidos los peces, invertebrados y anfibios, y también puede

tener implicaciones negativas para la salud humana. En el caso de que se presentaran valores por encima de 1000 mg/L, se estaría frente a un problema de toxicidad por sulfuro, que dependería del pH. El sulfuro se presenta en diferentes estados de protonación; sin embargo, la toxicidad más alta se ha atribuido a él mismo, que domina a valores de pH inferiores a 7 (Zak et al., 2021).

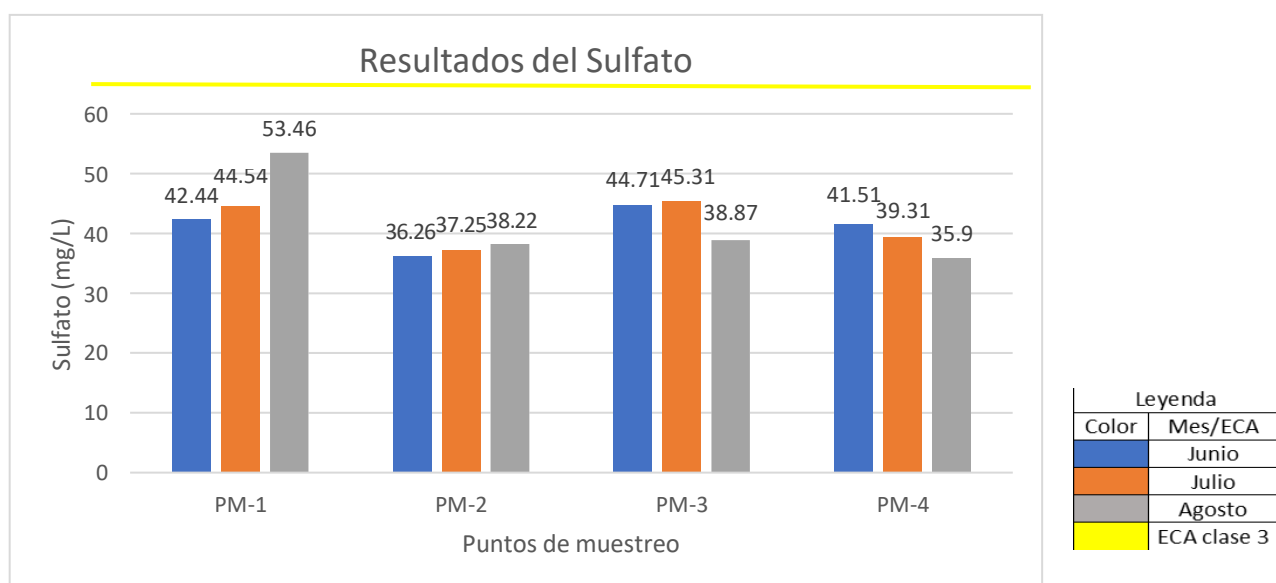


Figura 14

Resultados de sulfato del río Chonta

G. Fosfato

La Tabla 22 muestra todos los resultados de fosfato obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. Todos los puntos presentaron valores menores al LCM, a excepción de PM-4 del primero monitoreo (junio); por lo que al no poder ser medidos por sus bajas concentraciones, se les asignó el valor del LCM, que para este caso es 0.032 mg/L. Entonces a partir de ello se determinó que el

menor valor obtenido fue de 0.032 mg/L en los puntos antes mencionados a los que se les asignó un valor; mientras que, el mayor fue de 0.125 mg/L en el único punto con valor detectado.

La presencia de fosfato en el río Chonta fue muy reducida al igual que en el río Mashcón, donde los resultados variaron de 0.06 a 1.25 mg/L, descartándose un problema de eutrofización a partir de este nutriente (Palomino, 2018).

Los valores obtenidos discrepan con los presentados en el estudio de Lavie et al. (2010), pues, estos son bajos en comparación a ellos. Sin embargo, de igual manera los resultados de este parámetro están relacionados a las descargas de efluentes domésticos e industriales, que en este caso no significa un riesgo considerable por sus bajas concentraciones.

Por otro lado, estos resultados también se atribuyen a las fuentes naturales como las rocas y minerales; pero la causa más común proviene de los fertilizantes que se usan en la agricultura (Lavie et al., 2010), puesto que es la actividad considerada como la más grande fuente de contaminación no puntual de fósforo en aguas de tipo superficial (Bauer et al., 2017).

No existe un Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3, en relación a este parámetro, por lo que no se logró comparar estos resultados con la normativa nacional.

Tabla 22

Resultados de fosfato del río Chonta

Punto de muestreo	Fosfato (mg/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio-Estiaje	Julio-Estiaje	Agosto-Estiaje		D1	D2
PM-1	<LCM	<LCM	<LCM	0.032	-	-

PM-2	<LCM	<LCM	<LCM
PM-3	<LCM	<LCM	<LCM
PM-4	0.125	<LCM	<LCM
Promedio	0.055	0.032	0.032

En la Figura 15 se observan los resultados de fosfato de cada mes. El menor valor con 0.032 mg/L; mientras que el mayor con 0.125 mg/L, discrepando con lo obtenido en los ríos Caracha y Colmapaccha pues en ellos los valores superiores ocurrieron en la época de lluvia (Mendoza, 2018)

Los bajos valores que se obtuvieron se justifican por lo afirmado por Appavu (2016), quien indica que el fosfato rara vez se encuentra en altas concentraciones en las aguas naturales.

Por otro lado la necesidad de las plantas con respecto al fosfato es importante, al contribuir con su desarrollo. Sin embargo en cantidades excesivas provoca la proliferación de algas y otros organismos que contribuyen al proceso de polución y al de eutrofización (Lavie et al., 2010), disminuyendo así la calidad del agua.

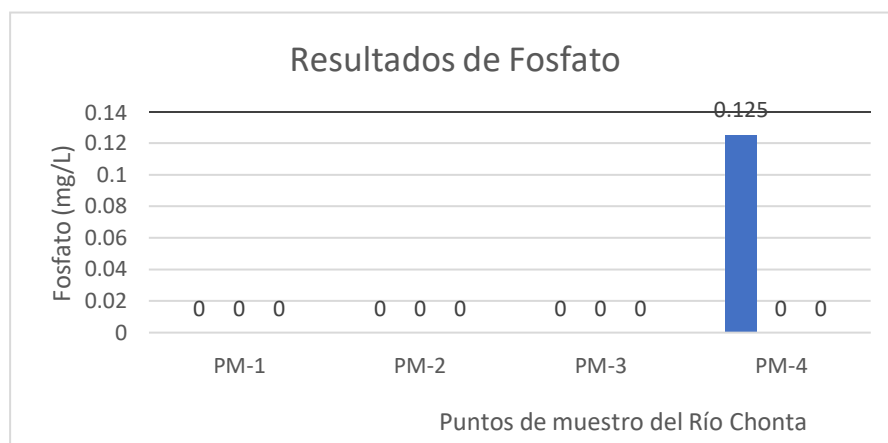


Figura 15

Resultados de fosfato del río Chonta

H. Demanda bioquímica de oxígeno

La Tabla 23 muestra todos los resultados de DBO₅ obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. En el caso de todos los puntos de muestreo del tercer monitoreo (agosto), y de los puntos PM-1 y PM-2 del primero (junio), se identificaron valores menores al LCM; por lo que, al no poder ser medidos por sus bajas concentraciones, se les asignó el valor del LCM, que para este caso es 2.60 mg O₂/L. Entonces a partir de ello se determinó que el menor valor obtenido fue de 2.60 mgO₂/L en los puntos antes mencionados a los que se les asignó un valor; mientras que, el mayor fue de 4.50 mg O₂/L en PM-3 del primer y segundo monitoreo.

Además todos los datos estuvieron por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para Agua categoría 3, en relación a este parámetro a diferencia de lo obtenido del análisis físico químico del río Mashcón, donde se sobrepasa por mucho la normativa en la estación identificada con el caudal más reducido (0.1 m³/s) (Palomino, 2018).

Los resultados de DBO₅ están representando el grado de materia orgánica contenida en el agua, proveniente de las aguas residuales tanto urbanas como industriales. En presencia de valores altos, provoca la disposición de una fuente de nutrientes por parte de las bacterias y otros microorganismos, acelerando su aumento (Semarnat, 2013); sin embargo, este no es el caso del río Chonta.

Tabla 23

Resultados de DBO₅ del río Chonta

Punto de muestreo	DBO ₅ (mg O ₂ /L)			LCM	ECA-C3	
	Junio- Estiaje	Julio- Estiaje	Agosto- Estiaje		D1	D2

PM-1	<LCM	2.21	<LCM			
PM-2	<LCM	2.50	<LCM			
PM-3	4.50	4.50	<LCM	2.60	15.00	15.00
PM-4	3.30	3.30	<LCM			
Promedio	3.25	3.13	2.60			

En la Figura 16 se observan los resultados de DBO₅ de cada mes, comparados con el ECA, categoría 3 para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de Julio con 2.21 mg O₂/L; mientras que el mayor corresponde al mes de junio con 4.5 mg O₂/L. Además, ambos valores están muy por debajo del ECA máximo, por lo que se puede decir que con respecto a la DBO₅, se cumple con la normativa nacional.

Si bien los resultados obtenidos en el río Chonta en el año 2018 por Castillo y Quispe (2019) en general son más elevados, también fueron superiores en la época de estiaje. Según Morell-Bayard et al. (2015), estos resultados se justifican por las variaciones del caudal y características propias del río, como el ancho y la profundidad que están relacionados a la disolución de los contaminantes.

Por otro lado los valores están indicando el oxígeno disuelto que está siendo requerido para llevar a cabo la descomposición de la materia orgánica (Córdova, 2017), haciendo referencia de esta manera a la carga orgánica contenida en el cuerpo de agua, que por lo general provienen de efluentes de aguas residuales o industriales (Deliberación Ciudadana sobre el Agua, 2016) que provocan problemas serios, dificultando la vida acuática y el uso del agua.

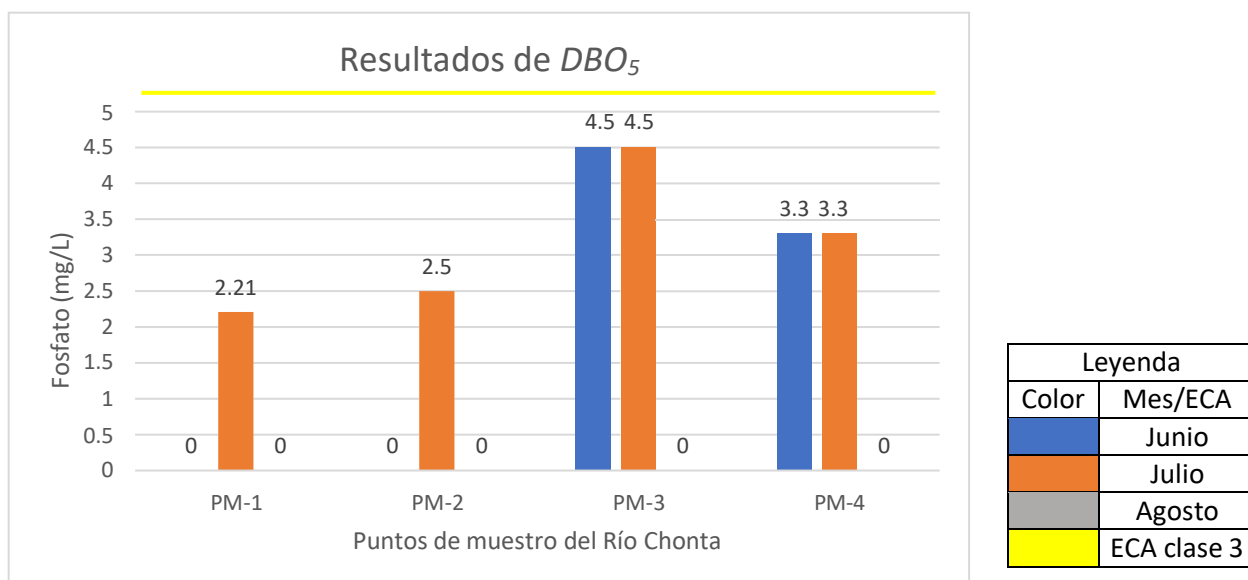


Figura 16
Resultados de DBO₅ del río Chonta

I. Demanda química de oxígeno

La Tabla 24 muestra todos los resultados de DQO obtenidos en los tres monitores realizados en cada uno de los puntos de muestreo. En el caso de todos los puntos de muestreo del tercer monitoreo (agosto), y de los puntos PM-1 y PM-2 del primero (junio), se identificaron valores menores al LCM; por lo que al no poder ser medidos por sus bajas concentraciones se les asignó el valor del LCM, que para este caso es 8.30 mg O₂/L. Entonces a partir de ello se determinó que el menor valor obtenido fue de 8.30 mgO₂/L en los puntos antes mencionados a los que se les asignó un valor; mientras que, el mayor fue de 18.50 mg O₂/L en PM-3 del segundo monitoreo. Además todos los datos estuvieron por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 en relación a este parámetro, a diferencia de lo obtenido en el año 2018 en el río Chonta, pues de los 4 resultados de DQO de la

época de estiaje obtenidos en ese momento, tres de ellos sobrepasaron por mucho la misma normativa.

Al igual que la DBO_5 , este indicador también está determinando la presencia de materia orgánica en las aguas del río Chonta. Además, en este caso con respecto a las fuentes de contaminación, es común que se asocien a la crianza de animales, residuos domésticos y aguas residuales (Fernández, 2012), ya que representa una medición indirecta de la cantidad de compuesto orgánicos en el agua (Tiwari, 2015).

Tabla 24

Resultados de DQO del río Chonta

Punto de muestreo	DQO (mgO_2/L)			LCM	ECA-C3	
	Junio-Estiaje	Julio-Estiaje	Agosto-Estiaje		D1	D2
PM-1	<LCM	12.40	<LCM			
PM-2	<LCM	13.21	<LCM			
PM-3	16.10	18.50	<LCM	8.30	40	40
PM-4	14.80	15.70	<LCM			
Promedio	11.88	14.95	8.30			

En la Figura 17 se observan los resultados de DQO de cada época, comparados con el ECA categoría 3 para este parámetro. El menor valor corresponde al mes de Julio con 12.4 $mg O_2/L$; mientras que el mayor también corresponde al mes de Julio con 18.5 mgO_2/L . Ambos valores están muy por debajo del ECA máximo, por lo que se puede decir que con respecto a la DQO se cumple con la normativa nacional.

Se infiere que la DQO disminuye en época de lluvia del mismo modo como sucede en el río Caracha (Mendoza, 2018), puesto que este parámetro es influenciado por

factores climatológicos y temporales. Además, con el ingreso de materia orgánica al sistema acuático el agotamiento de oxígeno es acelerado a excepción de que el agua está siendo aireada constantemente (Fernández, 2012), al igual como se indica en los resultados de DQO del río Caracha

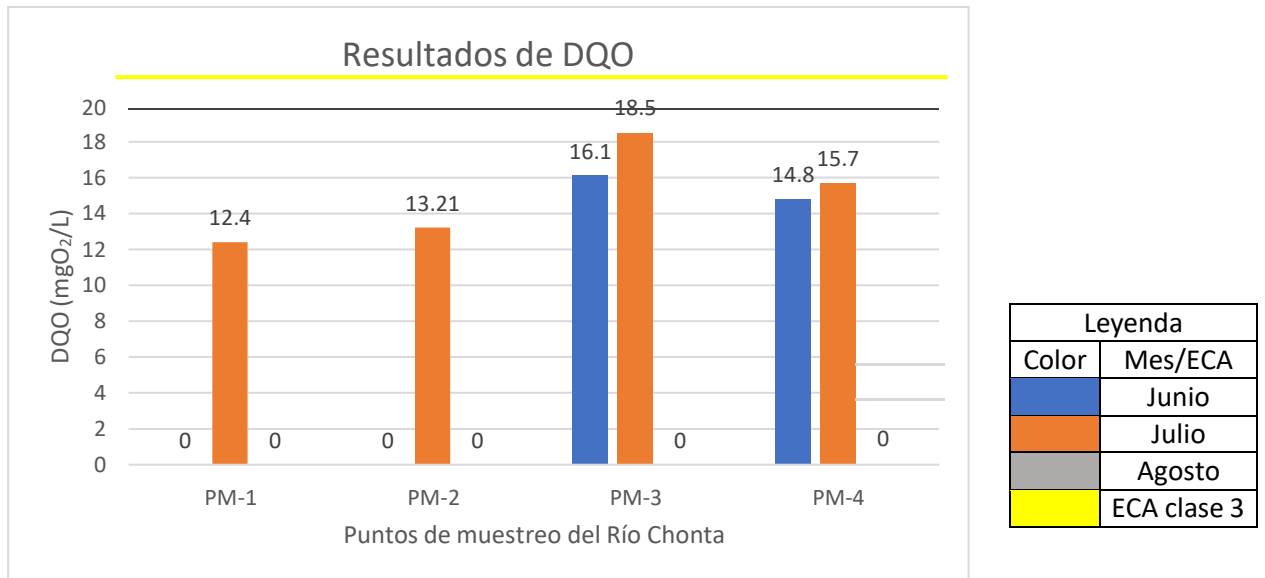


Figura 17
Resultados de DQO del río Chonta

Los resultados obtenidos en la presente evaluación en su mayoría están bajo los ECA clase tres con los cuales fueron comparados, así mismo podemos precisar que las evaluaciones de antecedentes nacionales cumplen con la normativa o se encuentra el agua apta para su consumo y uso, pero en el caso de evaluaciones anteriores del mismo río el agua no se encontraba apta para riego de vegetales y bebida de animales.

4.1. Contrastación de la hipótesis

Con la evaluación fisicoquímica del agua del río Chonta, sector cinco, se identificó que, según las condiciones actuales en las que se encuentra el agua del río Chonta, no se cumplen con la hipótesis planteada, por lo que, se afirmó que tanto los parámetros físicos como químicos en su totalidad, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados con relación al cumplimiento del ECA, categoría 3 se muestran a continuación en la Tabla 25.

Tabla 25*Cumplimiento del ECA-C3 (D.S. N°004-2017-MINAM)*

Época de monitoreo	Parámetros físico químicos	Cumplimiento del ECA (C3) D.S. N°004-2017-MINAM	
		D1	D2
Junio - Estiaje	pH	✓	X
	Temperatura	-	-
	Conductividad	✓	✓
	TDS	-	-
	OD	✓	✓
	Fluoruro	✓	-
	Cloruro	✓	-
	Nitrito	✓	✓
	Bromuro	-	-
	Nitrato	-	-
	Sulfato	✓	✓
	Fosfato	-	-
	DBO ₅	✓	✓
DQO	✓	✓	
Julio - Estiaje	pH	✓	X
	Temperatura	-	-
	Conductividad	✓	✓
	TDS	-	-
	OD	✓	✓
	Cloruro	✓	-

Época de monitoreo	Parámetros físico químicos	Cumplimiento del ECA (C3)	
		D.S. N°004-2017-MINAM	
		D1	D2
Agosto - Lluvia	Nitrito	✓	✓
	Bromuro	-	-
	Nitrato	-	-
	Sulfato	✓	✓
	Fosfato	-	-
	DBO ₅	✓	✓
	DQO	✓	✓
	pH	X	X
	Temperatura	-	-
	Conductividad	✓	✓
	TDS	-	-
	OD	✓	✓
	Fluoruro	✓	-
	Cloruro	✓	-
	Nitrito	✓	✓
Bromuro	-	-	
Nitrato	-	-	
Sulfato	✓	✓	
Fosfato	-	-	
DBO ₅	✓	✓	
DQO	✓	✓	

Nota: D1: subcategoría para riego de vegetales; D2: subcategoría para bebida de animales

La simbología utilizada tiene el siguiente significado:

"✓": si cumple con el ECA

"X": No cumple con el ECA

"-": Inexistencia del ECA

De los parámetros evaluados el pH es el único que excede a los del ECA clase tres, ello debido a las descargas de agua residual domiciliario, industria láctea, extracción de agregados y actividad agrícola que está presente en el lugar de estudio, entre los parámetros más relevantes como el DBO, DQO y OD no presentaron valores que exceden a los del ECA clase tres. respecto al análisis fisicoquímico realizado en campo para el caso de los parámetros físicos como la temperatura, conductividad eléctrica y TDS tampoco exceden los valores del ECA clase tres, para los restantes once parámetros químicos que fueron evaluados en el laboratorio regional del agua de Cajamarca a excepción del pH no superan los establecidos por el ECA clase tres.

La limitante es que no consideró evaluación microbiológica en la presente tesis debido a que demandó mayor tiempo en la obtención de resultados, así mismo el uso de laboratorios y sus equipos. Los cuales generó dificultad su acceso y uso durante la pandemia por la coyuntura en ese momento.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENTACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La evaluación de los parámetros físico químicos del agua del río Chonta dio como resultado de su análisis valores por debajo o dentro de lo establecido por el estándar de calidad ambiental clase tres, en trece de los parámetros analizados a excepción del pH que resultó sobre lo establecido por el ECA clase tres.

Las características físico químicas del agua del río Chonta, sector cinco, Baños del Inca, evaluadas para el año 2021, en promedio cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, del decreto Supremo N°004-2017-MINAM, a excepción del pH del agua que en ambas épocas de muestreo supera la normativa nacional, por lo que es el factor limitante para la aprobación de la categorización del río Chonta como apto para que sus aguas sean utilizadas en actividades de riego de vegetales y bebida de animales.

Se concluye que la alteración del pH se dio por las actividades antropogénicas que se dan cerca a las aguas del río Chonta las cuales pueden alterar su composición natural.

5.2. RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

Se recomienda realizar una actualización de la categorización de las aguas del río Chonta, pues la vigente se realizó en el año 2005 mediante la Resolución Directoral N° 1152/2005/DIGESA/SA, habiendo ya transcurrido 17 años y teniendo en cuenta que las actividades contaminantes se han incrementado.

Implementar Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, para sólidos totales disueltos, bromuro, nitrato y fosfato, por ser importantes en la evaluación del agua destinada para estos usos e influir en el desarrollo de las plantas, animales y la salud de las personas.

Evaluar el pH es relevante para estudios de calidad de agua físico químico de manera trimestral, mensual y llevar su estadística de este parámetro siempre debe ser considerado en análisis de calidad de agua el cual se verá influenciado por los vertimientos de aguas residuales.

La ventaja de evaluación físico química del agua es el menor tiempo y menor costo el cual está en función de la cantidad y tipo de parámetros a analizar.

Recomiendo realizar evaluación microbiológica en calidad de agua a largo plazo, las cuales serían ~~en~~ en época de estiaje y lluvia.

CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appavu, A., Thangavelu, S., Muthukannan, S., Jesudoss, J. S., & Pandi, B. (2016). Study of water quality parameters of Cauvery River water in Erode region. *Journal of Global Biosciences*, 5(9), 4556-4567.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Lima, Perú, Ministerio de Agricultura y Riego.
- Baquerizo, M., Acuña, M. L., y Solis-Castro, M. E. (2019). Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. *Manglar* 16(1), 63-70. doi: 10.17268/manglar.2019.009
- Bauer, J. L., Castro, J. C., y Chung, B. (2017). Calidad del agua. En N. Bernex et al. (Ed.), *El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas* (pp. 1-42). Lima, Perú: Centro de Investigación en Geografía Aplicada.
- Bhattarai, N., & Wagle, P. (2021). Recent advances in remote sensing of evapotranspiration. *Remote Sensing*, 13(21), 1-5. doi: <https://doi.org/10.3390/rs13214260>
- Bernex, N. (2017). *El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas*. Lima, Perú: Centro de Investigación en Geografía Aplicada.
- Bortman, M. L., & Odle, T. G. (2013). Water Quality. In J. L. Longe (Ed.), *The Gale Encyclopedia of Environmental Health*, 2, (pp. 802-805). Detroit, MI: Gale.
- Caramello, N., y Saurí, D. (2016). El río: un protagonista oculto en el diálogo de las aguas. *Mercator, Fortaleza* 15(3), 107-126. doi: 10.4215/RM2016.1503. 0007.
- Castillo, K. M., y Quispe, R. A. (2019). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del río Chonta impactadas por vertimiento de aguas residuales urbanas e industriales en el distrito*

- Baños del Inca - Cajamarca, 2018* (Tesis de pregrado). Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Castro, M. H. (2018). *Tratamiento de aguas residuales municipales provenientes del área urbana de Marín, Nuevo León, por medio de un humedal artificial superficial* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Chakraborty, S. K. (2021). River Pollution and Perturbation: Perspectives and Processes. In: *Riverine Ecology*, 2, 443-530. Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-53941-2_5
- Córdova, M. A. (2017). *Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para riego y Bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Crisólogo, J. F. (2018). *Disponibilidad de agua en la cuenca del río Chonta generada a partir de información climática* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Deliberación Ciudadana sobre el Agua. (2016). *Deliberación ciudadana sobre el agua*. Uruguay: Deci Agua. Recuperado de https://www.deciagua.uy/wp-content/uploads/2016/10/Deci-Agua_Documento-de-Trabajo-VF-261016.pdf
- Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Diario Oficial El Peruano.

Dirección General de Salud Ambiental. (2005). *Fichas de sustentación de los parámetros establecidos y los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para el Uso N°3: riego de vegetales y bebida de animales*. Lima, Perú.

Dirección General de Salud Ambiental. (2007). *Río Chonta y tributarios – 2007*. Cajamarca, Perú: Ministerio de Salud del Perú. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2007/rio_chonta_2007_2.pdf

Edmunds, W. M., & Smedley, P. L. (2013). Fluoride in Natural Waters. In: O. Selinus. (ed.), *Essentials of Medical Geology*. Springer, Dordrecht. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-4375-5_13

ELIKA. (2012). *El agua es un factor clave que influye en la calidad y seguridad de las producciones*. Recuperado de <https://ganaderia.elika.eus/wp-content/uploads/sites/9/2017/12/ART%C3%8DCULO-AGUA-MAQUETADO-cast.pdf>

Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11(3), 147-170.

Gaibor, J. A. (2014). Caracterización del agua residual generada en la planta de lácteos El Salinerito – Parroquia Salinas – Cantón Guaranda para el diseño de una planta de tratamiento. *Talentos* 1(1):107-112.

Garay, U., y Quiliche, S. B. (2021). *Efectos de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca sobre el agua del río Chonta* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.

García, C. (2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. *PVALBEITAR*, 11, 48-50.

- Govindaraju, R. S., & Goyal, A. (2022). Rainfall and infiltration. In: Rainfall. *Modeling, Measurement and Applications*, 367-396. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822544-8.00007-X>
- Gupta, N., Kumar, K., Kumar, V., & Singh, D. (2013). Assessment of physicochemical properties of Yamuna River in Agra city. *Int.J.ChemTech Res* 5(1):528-531.
- Hait, M., Gupta, S., Jana, U., & Saha, D. (2011). Study of fluorides in different water sources around Bilaspur City (C'garh) and its effect on surrounding areas. *Current World Environment*, 6(1), 141-144. doi: 10.12944/CWE.6.1.20
- Hanco, C. J. (2020). *Evaluación de la influencia de la PTAR en la parte baja de la intercuenca del río Moquegua* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Los Baños del Inca*. Recuperado de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/cajamarca/banosdelinca.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Censos Nacionales de Población y Vivienda*. Lima, Perú: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Cajamarca, resultados definitivos. Población Económicamente Activa*. Lima, Perú: INEI.
- Krishnan, R. R., Dharmaraj, K., & Kumari, B. D. R. (2007). A comparative study on the physicochemical and bacterial analysis of drinking, borewell and sewage water in the three different places of Sivakasi. *Journal of Environmental Biology*, 28(1), 105-108.

- Lavie, E., Morábito, J. A., Salatino, S. E., Bermejillo, A., y Filippini, M. F. (2010). Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 42(1): 169-184.
- Lozano-Rivas, W. A. (2013). *Calidad fisicoquímica del agua: métodos simplificados para su muestreo y análisis*. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto de Colombia.
- Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca. (2008). *Plan estratégico de desarrollo de Los Baños del Inca al 2010*. Cajamarca, Perú: MDBI.
- Mendoza, M. A. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Merino, Y. A. (2017). *Hidrogeología de la microcuenca del río Chonta, en el distrito de Baños del Inca* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2015). *Estudio de desempeño ambiental*. Lima, Perú: MINAM.
- Morell-Bayard, A., Bergues-Garrido, P., y Portuondo-Ferrer, E. (2015). Valoración de los parámetros físico-químicos de las aguas del río San Juan en los periodos húmedo y seco de 2014. *Ciencia en su PC 1*, 1-12.
- Nebraska Extension. (2015). *Irrigation and nitrogen management*. Nebraska, United States: University of Nebraska.
- Ordoñez, J. J. (2011). *Cartilla técnica: Ciclo hidrológico*. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. Lima, Perú: OEFA.

- Olufunke, K. A. (2022). Water pollution in Nigeria and its effect on agriculture: a case study of Niger Delta. *Research and Science Today Journal*, 1(23), 21-31. doi: 10.38173/RST.2022.23.1.2:21-31
- Páez-Sánchez, A., Alfaro-Cuevas-Villanueva, R., Cortés-Martínez, R., & Segovia, N. (2013). Arsenic content and physicochemical parameters of water from wells and thermal springs at Cuitzeo Lake Basin, Mexico. *IJRSET*, 2, 7731-7740.
- Palomino, P. D. (2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Anales Científicos*, 79(2), 298-307. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1242>
- Pérez, G. (2019). *Calidad del agua del río Atoyac en el valle de Puebla y el riesgo en la salud de la población Emilio Portes Gil, Municipio de Ocoyucan, Puebla* (Tesis de doctorado). Beremérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Perlaza, M. P., y Lache, J. D. (2021). *Propuesta técnica y económica para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una piscícola ubicada en el corregimiento de Patio Bonito, Cundinamarca, mediante un humedal artificial* (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Raffo, E. (2013). Tratado el agua y la legislación peruana. *Industrial Data*, 16(2), 106-117. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390013>
- Rocha-Tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. *Revista nodo*, 6(11), 99-116.
- Lizangela et al. (2017), Evaluación de la calidad de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas residuales de la ciudad de la paz, Bolivia

- Schneider, U., Ziese, M., Meyer-Christoffer, A., Finger, P., Rustemeier, E. & Becker, A. (2016). The new portfolio of global precipitation data products of the Global Precipitation Climatology Centre suitable to assess and quantify the global water cycle and resources, Proc. *IAHS*, 374, 29–34. doi: <https://doi.org/10.5194/piahs-374-29-2016>
- Semarnat. (2013). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y desempeño ambiental* (Edición 2012). México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sharma. S., & Walia, Y. K. (2016). Assessment of River Beas Water Quality during Summer Season in Himachal Pradesh, India. *Biological Forum – An International Journal*, 8(1), 363-371.
- Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- Sitterson, J., Knightes C., Parmar. R., Wolfe, K., Avant, B., & Muche, M. (2018). *An overview of rainfall-runoff model types*. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency.
- Tiwari, S. (2015). Water quality parameters – A review. *Ijesird*, 1(9), 319-324.
- Winid, B. (2015). Bromine and water quality – Selected aspects and future perspectives. *Applied Geochemistry*, 63, 413-435. doi: 10.1016/j.apgeochem.2015.10.004.
- Yee-Batista, C. (2013). *Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas*. Banco Mundial, BIRF – AIF. Recuperado de:

<http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>

Zak, D., et al. (2021). Sulphate in freshwater ecosystems: A review of sources, biogeochemical cycles, ecotoxicological effects and bioremediation. *Earth-Science Reviews*, 212. doi: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103446>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo N°1

Evidencia fotográfica



Fotografía N°1. Punto de muestreo PM-1



Fotografía N°2. Punto de muestreo PM-2



Fotografía N°3. Punto de muestreo PM-3



Fotografía N°3. Punto de muestreo PM-4



Fotografía N°5. Toma de muestras de agua del río Chonta



Fotografía N°6. Toma de coordenadas UTM del punto PM-1



Fotografía N°7. Muestras de agua del punto PM-1

Anexo N°2

Resultados del Laboratorio Regional del Agua, Cajamarca



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0621483

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL
Dirección AV. Nuevo Cajamarca B6
Persona de contacto VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL Correo electrónico jhamberti_25@hotmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo 25.06.21 Hora de Muestreo 7:58 a 10:11
Responsable de la toma de muestra Cliente Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo Puntual
Número de puntos de muestreo 04
Ensayos solicitados Fisicoquímicos
Breve descripción del estado de la muestra Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación
Referencia de la Muestra: Proyecto Tesis: Evaluación fisicoquímica del agua usando estándares de calidad ambiental (C3) del Río Chonta, Sector Cinco en el Distrito de Baños del Inca, 2021.

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato SC-695 Cadena de Custodia CC - 483 - 21
Fecha y Hora de Recepción 25.06.21 12:00 Inicio de Ensayo 25.06.21 12:11
Reporte Resultado 07.06.21 12:00


Edder Neyra Jalco
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 07 de julio de 2021

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0621483

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	-	-
Código Laboratorio	0621483-01	0621483-02	0621483-03	0621483-04	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra	Otuzco	Baños del Inca-Plataforma	Baños del Inca-1km pasando Puente	Entre Baños del Inca y Llacanora	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	0.107	0.114	0.195	0.149
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	2.972	3.693	20.81	17.25
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0500	0.111	0.081	0.198	0.365
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	1.370	<LCM	0.037	<LCM
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	3.759	2.682	2.195	1.852
Sulfato (SO ₄ ⁼)	mg/L	0.0700	42.44	36.26	44.71	41.51
Fosfato (PO ₄ ⁼)	mg/L	0.0320	<LCM	<LCM	<LCM	0.125
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6000	<LCM	<LCM	4.5	3.3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3000	<LCM	<LCM	16.1	14.8

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017: Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 07 de julio de 2021

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

INFORME DE INTERPRETACIÓN

IE 0621483

Usuario VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL
Localización AV. Nuevo Cajamarca B6

ENSAYOS			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	-	-	ECA A1 (D.S-004)
Parámetro	Unidad	LCM							
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	0.107	0.114	0.195	0.149	-	-	1.50
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.064	3.759	2.682	2.195	1.852	-	-	50
Nitrato (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.050	0.111	0.081	0.198	0.365	-	-	3
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	2.972	3.693	20.805	17.246	-	-	250
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	42.436	36.260	44.714	41.508	-	-	250
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.600	<LCM	<LCM	4.5	3.3	-	-	3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.300	<LCM	<LCM	16.1	14.8	-	-	10

INTERPRETACIÓN

- De los resultados de las muestras PM-3 y PM-4, los parámetros resaltados se encuentran fuera del límite establecido, según La Categoría A1. (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) del D.S. N° 004-2017-MINAM.
- Los resultados de las muestras PM-1 y PM-2, se encuentran dentro del límite establecido, según La Categoría A1. (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) del D.S. N° 004-2017-MINAM.



Cajamarca, 07 de julio de 2021



INFORME DE ENSAYO N° IE 0721542

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL**
Dirección **AV. Nuevo Cajamarca B6**
Persona de contacto **VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL** Correo electrónico jhamberti_25@hotmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **19.07.21** Hora de Muestreo **14:00 a 16:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **04**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **Proyecto Tesis: Evaluación fisicoquímica del agua usando estándares de calidad ambiental (C3) del Rio Chonta, Sector Cinco en el Distrito de Baños del Inca, 2021.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-765** Cadena de Custodia **CC - 542 - 21**
Fecha y Hora de Recepción **19.07.21 16:43** Inicio de Ensayo **19.07.21 17:00**
Reporte Resultado **27.07.01 16:50**

Edder Neyca Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 27 de julio de 2021

Página: 1 de 2



INFORME DE ENSAYO N° IE 0721542

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	-	-
Código Laboratorio			0721542-01	0721542-02	0721542-03	0721542-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Otuzco	Baños del Inca-Plataforma	Baños del Inca-1km pasando Puente	Entre Baños del Inca y Llacanora	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F)	mg/L	0.0380	0.132	0.121	0.131	0.104	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	9.466	4.721	4.89	4.41	-	-
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bromuro (Br)	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	1.320	0.254	1.204	0.656	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.0700	53.46	38.22	38.87	35.90	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0320	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6000	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3000	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 27 de julio de 2021

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

INFORME DE INTERPRETACIÓN

IE 0721542

Usuario VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL
Localización AV. Nuevo Cajamarca B6

ENSAYOS			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	-	-	ECA A1 (D.S-004)
Parámetro	Unidad	LCM							
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	0.132	0.121	0.131	0.104	-	-	1.50
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.064	1.320	0.254	1.204	0.555	-	-	50
Nitrilo (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	3
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	9.466	4.721	4.888	4.410	-	-	250
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	53.459	38.217	38.870	35.899	-	-	250
Demanda Bioquímica de Oxígeno (BBO ₅)	mg O ₂ /L	2.600	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.300	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	10

INTERPRETACIÓN

1. De los resultados de las muestras PM-3 y PM-4, los parámetros resaltados se encuentran fuera del límite establecido, según La Categoría A1. (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) del D.S. N° 004-2017-MINAM.
2. Los resultados de las muestras PM-1 y PM-2, se encuentran dentro del límite establecido, según La Categoría A1. (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) del D.S. N° 004-2017-MINAM.



Cajamarca, 27 de julio de 2021



INFORME DE ENSAYO N° IE 0821642

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre **VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL**
Dirección **AV. Nuevo Cajamarca B6**
Persona de contacto **VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL** Correo electrónico **jhamberti_25@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **30.08.21** Hora de Muestreo **10:00 a 12:30**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **04**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **Proyecto Tesis: Evaluación fisicoquímica del agua usando estándares de calidad ambiental (C3) del Rio Chonta, Sector Cinco en el Distrito de Baños del Inca, 2021.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-865** Cadena de Custodia **CC - 643 - 21**
Fecha y Hora de Recepción **30.08.21 15:30** Inicio de Ensayo **30.08.21 16:00**
Reporte Resultado **07.09.21 15:37**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 07 de setiembre de 2021

Página: 1 de 2



INFORME DE ENSAYO N° IE 0821642

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	-	-
Código Laboratorio	0821642-01	0821642-02	0821642-03	0821642-04	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra	Otuzco	Baños del Inca-Plataforma	Baños del Inca-1km pasando Puente	Entre Baños del Inca y Llacanora	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	0.122	0.1	0.21	0.16
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	4	3.89	17.03	17.9
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0500	0.13	0.1	0.13	0.29
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	3.41	2.32	1.98	1.67
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.0700	44.54	37.25	45.31	39.31
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0320	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O ₂ /L	2.6000	2.21	2.5	4.5	3.3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3000	12.4	13.21	18.5	15.7

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 07 de setiembre de 2021

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

INFORME DE INTERPRETACIÓN

IE 0821642

Usuario VIGIL LEIVA JHAMBERTI MIGUEL
Localización AV. Nuevo Cajamarca B6

ENSAYOS			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	-	-	ECA A1 (D.S-004)
Parámetro	Unidad	LCM							
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	0.132	0.121	0.131	0.104	-	-	1.50
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.064	1.320	0.254	1.204	0.656	-	-	50
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	3
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	9.466	4.721	4.888	4.410	-	-	250
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	53.459	38.217	38.870	35.899	-	-	250
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.600	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.300	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	10

INTERPRETACIÓN

- De los resultados de las muestras PM-3 y PM-4, los parámetros resaltados se encuentran fuera del límite establecido, según La Categoría A1. (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) del D.S. N° 004-2017-MINAM.
- Los resultados de las muestras PM-1 y PM-2, se encuentran dentro del límite establecido, según La Categoría A1. (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) del D.S. N° 004-2017-MINAM.



Cajamarca, 07 de setiembre de 2021

Anexo N°3

Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM)

10

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano

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

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

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

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

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

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

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

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

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

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

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

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

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

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

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

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

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

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

- B1. Contacto primario

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

- B2. Contacto secundario

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Agua para riego no restringido

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

- Agua para riego restringido

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

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

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

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

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

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

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

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

b) Subcategoría E2: Ríos

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

- Ríos de la costa y sierra

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

- Ríos de la selva

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

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

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

- Marinos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Artículo 8.- Sistematización de la información

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

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

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

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

Artículo 9.- Refrendo

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

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

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

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

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

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

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

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

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

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

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

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

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

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

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

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

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

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

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

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

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

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

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

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

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₃ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃-).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO₂-N), multiplicar el resultado por el factor 3,28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO₂).

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

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{CA\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{CA\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{CA\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{E_{CA\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

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

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

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

Nota 1:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

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

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

Nota 2:

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

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

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

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

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

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

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

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

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

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoniac Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*) El estándar de calidad de Amoniac total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoniac-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoniac (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,045
------------------------------	------	------	-------

PLAGUICIDAS

Paratión	µg/L	35	35
----------	------	----	----

Organoclorados

Aldrin	µg/L	0,004	0,7
Clordano	µg/L	0,006	7
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30
Dieldrin	µg/L	0,5	0,5
Endosulfán	µg/L	0,01	0,01
Endrin	µg/L	0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03
Lindano	µg/L	4	4

Carbamato

Aldicarb	µg/L	1	11
----------	------	---	----

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

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

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

Nota 4:

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

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

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Taio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrín	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
 - (b) Después de la filtración simple.
 - (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH_3).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2