



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Tesis

**Propuesta de modelo de gestión de la calidad del
agua del Río Huallaga para uso agrícola
restringido, San Martín-2022**

Para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales

Autora:

Delia Esperanza Portella Melgarejo

<https://orcid.org/0000-0001-8260-071X>

Asesora:

Dra. Yoni Meni Rodríguez Espejo

<https://orcid.org/0000-0001-5154-1403>

Tarapoto, Perú

2024



ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
PROGRAMA DE DOCTORADO EN GESTIÓN EMPRESARIAL

Tesis

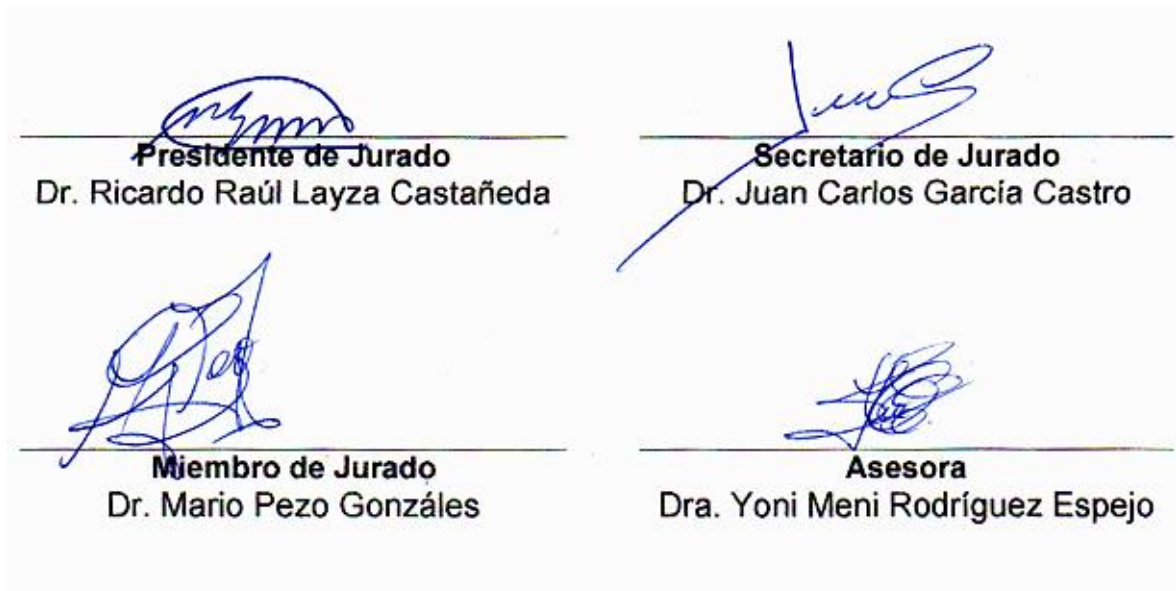
Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del Río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín-2022

Para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales

Autora:

Delia Esperanza Portella Melgarejo

Sustentada y aprobada el 17 de Enero de 2024, ante el honorable jurado:



Tarapoto, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

Escuela de Posgrado



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Tesis, modo presencial, presentado por:

Blga. M.Sc. Delia Esperanza Portella Melgarejo

Con el asesoramiento de la Dra. Yoni Meni Rodríguez Espejo.

"Propuesta de Modelo de Gestión de la Calidad del Agua del Río Huallaga para uso Agrícola Restringido, San Martín - 2022"

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, lo declaramos:

Muy bueno

(17)

Con el calificativo (*)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado APTO por el Consejo Universitario y recibir el Grado Académico de Doctor, de conformidad con lo estipulado en el Artículo 30° del Reglamento de Tesis de la Escuela de Posgrado de la UNSM.

Tarapoto, 17 de enero de 2024.



Dr. Ricardo Raúl Layza Castañeda
Presidente



Dr. Juan Carlos García Castro
Secretario



Dr. Mario Páez Gonzáles
Miembro



Dra. Yoni Meni Rodríguez Espejo
Asesor

(*) De acuerdo con el Artículo 40° del Reglamento General de Ciencia, Tecnología e Innovación (RG - CTI) la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, estas deberán ser calificadas con términos de: BUENO, MUY BUENO, EXCELENTE, también considerar la nota



ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Tesis

Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del Río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín-2022

Para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales

Los suscritos declaran que el presente trabajo de tesis, es original en su contenido y forma.



Delia Esperanza Portella Melgarejo

Ejecutor



Dra. Yoni Meni Rodríguez Espejo

Asesor

Tarapoto, Perú

2024

Declaratoria de autenticidad

Delia Esperanza Portella Melgarejo, identificada con DNI N° 01188959, egresada de la Escuela de Posgrado, Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, con la investigación denominada: **Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región SanMartín - 2022.**

Declaro bajo juramento que:

1. La autoría de la tesis corresponde a mi persona.
2. La redacción se ha realizado siguiendo las normativas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. No se ha realizado autoplagio en ningún contenido incluido en la tesis.
4. Los datos y resultados presentados son auténticos y no han sido manipulados ni duplicados; en consecuencia, se deben interpretar como una contribución veraz a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín

Tarapoto, 17 de enero del 2024.



Delia Esperanza Portella Melgarejo
DNI N° 01188959

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín - 2022.</p>	<p>Área de investigación: Línea de investigación: Evaluación de la calidad del aire, agua y suelo. Sublínea de investigación: El ambiente y desarrollo sostenible Grupo de investigación: (indicar Resolución) Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Delia Esperanza Portella Melgarejo</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0000-0001-8260-071X</p>
<p>Asesor: Dra. Yoni Meni Rodríguez Espejo</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía https://orcid.org/0000-0001-5154-1403</p>

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi familia, de manera especial a mi padre (+) que, con seguridad desde el cielo, ve con orgullo mis logros, a mi señora madre, por su infinito amor y permitirme salir adelante, a mis queridos hermanos por su amor incondicional, a mi amado hijo Ángelo quien es mi inspiración de ayer, hoy y de mañana para seguir luchando por mis metas académicas.

Delia

Agradecimiento

A Dios, por guiarme y fortalecerme para cumplir mis objetivos

A la Universidad Nacional San Martín, por darme la oportunidad de educarme a través de brillantes profesionales docentes y conseguir mis objetivos académicos.

A la Autoridad Nacional del Agua – ALA, sede Tarapoto, específicamente, al Ing. José Rivas Llúncor, Ing. María Huamaní Alfaro y Dr. Blgo. Froy Torres Delgado, por brindarme las facilidades para la consecución de mi trabajo de investigación.

A mi asesora, Dra. Mblga. Yoni Meni Rodríguez Espejo, por su valioso apoyo y recomendaciones oportunas.

A los profesionales expertos que han revisado y validado mi trabajo de investigación y han hecho importantes aportes: Lic. Dr. Wilson Torres Delgado; Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza; Ing. Dr. César Enrique. Chappa Santa María; Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez; Ing. Dr. Geomar Vallejos Torres.

Finalmente, a mis compañeros doctorandos por compartir sus experiencias y conocimientos que han fortalecido el presente trabajo.

El autor

Índice general

Ficha de identificación	8
Dedicatoria	9
Agradecimiento	10
Índice general.....	11
Índice de tablas	13
Índice de figuras.....	14
RESUMEN	15
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.1.1. A nivel internacional.....	20
2.1.2. A nivel nacional.....	22
2.1.3. A nivel local.....	23
2.2. Fundamentos teóricos.....	23
2.3. Definición de términos básicos.....	37
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	39
3.1.1. Ubicación política.....	39
3.1.2. Ubicación geográfica.....	39
3.1.3. Periodo de ejecución.....	39
3.1.4. Autorizaciones y permisos	42
3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	42
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales	42
3.2. Sistemas de variables	43
3.2.1. Variables principales	43
3.3. Procedimientos de la investigación	44

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	101
Anexo 01: Operacionalización de variables.....	102
Anexo 02: Matriz de consistencia	103
Anexo 03: Instrumento de recolección de datos.....	104
Anexo 04: Validación del instrumento de recolección de datos	106
Anexo 05: Confiabilidad del instrumento	107
Anexo 06: Validación de la propuesta	108
Anexo 07: Base de datos	122
Anexo 08: Estándares de calidad Ambiental ECA - Agua	127

Índice de tablas

Tabla 1. Estándar de calidad Ambiental ECA - Agua para uso de riego restringido	30
Tabla 2. Estándar de calidad Ambiental ECA - Agua para uso de riego restringido	31
Tabla 3. Cronograma de actividades	40
Tabla 4. Descripción de variables por objetivo específico 1	43
Tabla 5. Descripción de variables por objetivo específico 2	43
Tabla 6. Descripción de variables por objetivo específico 3	43
Tabla 7. Descripción de variables por objetivo específico 4	44
Tabla 8. Descripción de variables por objetivo específico 5	44
Tabla 9. Red de Estaciones de muestreo de acuerdo a georreferenciación.....	46
Tabla 10. Resultados de las estaciones de muestreo	51
Tabla 11. Resultados de las estaciones de muestreo	53
Tabla 12. Resultados de las estaciones de muestreo	55
Tabla 13. Resultados de las estaciones de muestreo	57
Tabla 14. Resultados de las estaciones de muestreo	59
Tabla 15. Resultados de las estaciones de muestreo	61
Tabla 16. Resultados de las estaciones de muestreo	63
Tabla 17. Resultados de las estaciones de muestreo	65
Tabla 18. Resultados de las estaciones de muestreo	67
Tabla 19. Análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga en San Martín	69
Tabla 20. Número de parámetros que no cumplen.....	71
Tabla 21. Identificación de variables y coeficientes de los parámetros.....	73
Tabla 22. Escala de medición para los procesos agrícolas	75
Tabla 23. Los procesos agrícolas en su dimensión agroquímicos.....	75
Tabla 24. Los procesos agrícolas en su dimensión erosión del suelo	75
Tabla 25. Los procesos agrícolas en su dimensión escorrentía de nutrientes.....	76
Tabla 26. Los procesos agrícolas en su dimensión contaminación orgánica.....	76
Tabla 27. Los procesos agrícolas en su dimensión manejo inadecuado de residuos..	77
Tabla 28. Los procesos agrícolas en su dimensión cambios en el uso del suelo	77
Tabla 29. Los procesos agrícolas en su dimensión desarrollo de plagas resistentes..	78
Tabla 30. Los procesos agrícolas en su dimensión falta de conciencia y educación... 78	
Tabla 31. Nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua	79
Tabla 32. Estrategias y medidas de gestión para mejorar la calidad del agua del río Huallaga y mitigar los impactos negativos en la actividad agrícola responsable de los recursos hídricos en la región San Martín	83

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo.....	45
Figura 2. Número de parámetros que no cumplen por año	71
Figura 3. Nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua	79
Figura 4. Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido	81
Figura 5. Instituciones involucradas en las etapas de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido.	82

RESUMEN

Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín - 2022.

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo proponer un modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la Región San Martín. Para ello se desarrolló un estudio de tipo aplicada, que responde a un nivel descriptivo propositivo. Al respecto, la propuesta fue exitosa respecto a la elaboración y validación de un modelo, diseñado específicamente para la gestión y uso en actividades agrícolas de carácter restringido en la Región San Martín. Para la realización de esta propuesta se ha realizado un análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga en la Región San Martín, mediante 17 estaciones de muestreo (Hual 20–36) que corresponden al departamento de San Martín durante los años 2017, 2018 y 2019, estos resaltan una preocupante falta de cumplimiento en múltiples parámetros, evidenciándose en un total de 160 parámetros que no se cumplieron, revelando la gravedad de la situación. Entre ellos, los parámetros de coliformes Termotolerantes y los metales tóxicos como el manganeso, hierro y el aluminio en un 21.9%, 24.4%, 23.1 y 23.8% respectivamente. Además, el parámetro de Arsénico se encontró en 5 muestras, correspondiendo al 3.1%. También, el parámetro de pH en 2 muestras representando al 1.3%. Así mismo, en el Plomo se encontró en 3 estaciones de muestreo equivalente al 1.9% y el oxígeno disuelto no cumplió en tan solo una muestra revelando el 0.6%. Finalmente, los principales procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga según la percepción de los agricultores, es el uso de productos químicos agrícolas de manera frecuente como insecticidas, pesticidas, herbicidas y fertilizantes que son aplicados directamente a suelo agrícola aprovechando el riego y provocando la escorrentía de productos químicos hacia las quebradas y ríos. Se logró con éxito la elaboración de un modelo de Gestión de la calidad del agua del río Huallaga, diseñado específicamente para su empleo en actividades agrícolas de carácter restringido según (ECA) en la Región de San Martín. Este logro refleja la viabilidad de nuestra propuesta inicial, lo que representa un paso fundamental en la gestión sostenible de los recursos hídricos en la Región.

Palabras claves: Modelamiento, calidad del agua, uso agrícola de riego restringido.

ABSTRACT

Proposal for a water quality management model for the Huallaga River for restricted agricultural use, San Martín - 2022.

The objective of this research is to propose a water quality management model for the Huallaga River for restricted agricultural use in the San Martín Region. For this purpose, an applied study was developed, which responds to a descriptive and propositional level. In order to carry out this proposal, a detailed analysis of the water quality of the Huallaga River in the San Martín Region was conducted using 17 sampling stations (Hual 20-36) corresponding to the department of San Martín during 2017, 2018 and 2019, and these highlight a worrying lack of compliance in multiple parameters, evidenced by a total of 160 parameters that were not met, revealing the severity of the situation. Among them, the parameters of thermotolerant coliforms and toxic metals such as manganese, iron and aluminum in 21.9%, 24.4%, 23.1 and 23.8% respectively. In addition, the Arsenic parameter was found in 5 samples, corresponding to 3.1%. Also, the pH parameter was found in 2 samples, representing 1.3%. Likewise, Lead was found in 3 sampling stations equivalent to 1.9% and dissolved oxygen did not comply in only one sample revealing 0.6%. Finally, according to farmers' perceptions, the main agricultural processes that affect water quality in the Huallaga River are the frequent use of agricultural chemicals such as insecticides, pesticides, herbicides and fertilizers that are applied directly to agricultural soil, taking advantage of irrigation and causing chemical runoff into streams and rivers. The development of a water quality management model for the Huallaga River was successfully achieved, specifically designed for use in restricted irrigation agricultural activities according to (ECA) in the San Martín Region. This achievement reflects the viability of the initial proposal, which represents a fundamental step in the sustainable management of water resources in the Region.

Keywords: Management model, water quality, restricted irrigation agricultural use



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La calidad del agua ha surgido como una problemática de alcance global, se ha producido tanto a países en vías de desarrollo como en naciones más desarrolladas. En los últimos años, se ha elevado el interés en el concepto de estrés hídrico, que se refiere a situaciones en las que la demanda de agua supera la disponibilidad, o cuando su usanza se ve limitada debido a su baja calidad convirtiéndose en una problemática que minimiza en una tercera parte el auge financiero en muchos países (Banco Mundial, 2019).

En nuestro país, las principales causas del deterioro de la calidad del agua son el crecimiento demográfico, la expansión y el aumento de la agricultura intensiva, el incremento de las aguas residuales no tratadas y, sobre todo, el aumento de las actividades económicas que implican la explotación y transformación de los recursos naturales. (Reyes y Cano, 2022). Al respecto, Gamarra (2018), afirma que, no contamos con la información suficiente sobre la influencia y la iniciación específica de contaminantes que deterioran los procesos ecológicos y la dinámica de los cuerpos de agua en distintas zonas del país, lo cual es relevante para controlar la contaminación y gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

Asimismo, el monitoreo de la calidad del agua en sistemas acuáticos debe recopilar información tanto en términos de tiempo como de espacio, para luego hacer comparaciones en diferentes situaciones y escenarios (Rodríguez y Silva, 2018). Si bien es cierto que, existen fenómenos relacionados con el transporte de contaminantes han sido ampliamente estudiados a nivel mundial y han dado lugar a numerosas fórmulas matemáticas que describen su comportamiento, mostrando modelos de simulación de la calidad del agua (Massolo, 2022). En países como el nuestro, es crucial utilizar intensivamente estos simuladores, ya que la mayoría de nuestros recursos hídricos carecen de una planificación adecuada y los conflictos por su uso son frecuentes en muchas regiones (Caho y López, 2017).

Cabe resaltar la calidad del agua en el uso agrícola restringido es esencial por su influencia en la salud de los cultivos y el medio ambiente, puesto que, si el agua de mala calidad contiene sales, metales pesados y contaminantes esta daña el crecimiento de las plantas y la productividad del suelo (Prieto et al., 2009). Por ende, estos contaminantes pueden almacenarse en los cultivos, generando riesgos para la salud humana y solo el riego con agua de alta calidad mejora la eficiencia y la sostenibilidad agrícola (Donoso, 2015). Además, la calidad del agua influye en la competitividad en los mercados globales, donde

se buscan productos agrícolas de alta calidad y libres de contaminantes (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2020).

En Perú, no se cuenta con información técnica adecuada para gestionar el agua de manera óptima y asegurar el bienestar social y económico, de forma equitativa y sostenible, es insuficiente, por lo que incluye garantizar un uso sostenible, proteger y restaurar la calidad del agua tanto para el consumo humano como para el mantenimiento de los ecosistemas. Estos aspectos son cruciales para evitar que la escasez de agua obstaculice un desarrollo social razonable sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas. En nuestra región, la falta de información histórica abarca la totalidad de la calidad del agua en el río Huallaga, solo se cuentan con datos aislados sobre la contaminación, los cuales no han sido de utilidad para gestionar de manera efectiva la calidad del agua en el ámbito ambiental y de la salud pública (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2022).

Frente a la limitación de una buena gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Huallaga, proponemos un modelo de gestión de la calidad de este cuerpo de agua para el uso agrícola restringido en la Región San Martín. De acuerdo con lo expuesto, la formulación de la pregunta general es: ¿Cuál es la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín? Asimismo, esta investigación es conveniente porque permitirá tomar decisiones informadas basadas en datos científicos, identificar riesgos para la salud pública y proteger la calidad del agua utilizada en la agricultura. Además, tendrá un impacto económico positivo al mejorar la productividad y rentabilidad de los cultivos.

Es de relevancia social, porque garantiza la seguridad alimentaria, evitando riesgos para la salud por contaminación en los cultivos debido al impacto en la salud pública como la prevención de enfermedades transmitidas por el agua (Bofill-Mas et al., 2005). Desde la perspectiva medioambiental, promueve la sostenibilidad al proteger los ecosistemas acuáticos y reducir la contaminación, mucho más aún si involucra a la comunidad y fomenta la conciencia pública sobre la importancia de la protección de los recursos hídricos (Valdés et al., 2015). En implicancias prácticas, este estudio proporciona información relevante para la toma de decisiones, el diseño de políticas, la implementación de prácticas de tratamiento y conservación, y la protección de la salud y el medio ambiente, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de la comunidad Sanmartinense.

La investigación tuvo como objetivo general: Proponer un modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la Región San Martín. Asimismo, tuvo los siguientes objetivos específicos: a) Realizar un análisis detallado de la calidad del

agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la Región San Martín, b) Describir el incumplimiento de parámetros por años y estación de muestreo, c) Desarrollar un modelo de gestión que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín – 2022, d) Validar el modelo propuesto que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín – 2022 y e) Identificar el nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga. Y finalmente, como hipótesis general se planteó: Es posible desarrollar un modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para el uso agrícola restringido en San Martín - 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Según Pérez (2019), en su investigación denominada “Modelización de la calidad del agua estero El Limón, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, estación lluviosa, año 2018 - 2019”. Cuyo objetivo fue crear un modelo para representar la calidad del agua en la estación lluviosa en el estero El Limón, ubicado en la ciudad de Quevedo, en la provincia de Los Ríos. El estudio determinó que, los parámetros que afectan la vida acuática, como el Oxígeno Disuelto (OD) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), están fuera de los límites adecuados en los tramos uno y dos del estero, ya que presentan promedios de OD medidos en el campo que descienden hasta 3,30 mg/l, por debajo del estándar ambiental de 5 mg/l señalado en el anexo 1 de la sexta edición del Libro VI sobre Calidad Ambiental del TULSMA. Asimismo, concluyó que el modelo QUAL2K se ajustó adecuadamente a los parámetros de OD y DBO, evidenciado por los valores del coeficiente de determinación R^2 . Para el OD, el coeficiente de determinación R^2 fue mayor a 0,922 en cada uno de los tres meses que abarcó el proceso de modelización, y mayor a 0,9 en cada uno de los tramos del estero El Limón.

Por su parte, Vázquez et al. (2021), en su investigación titulada “Modelo hidrológico, calidad del agua y cambio climático: soporte para la gestión hídrica de la cuenca del río Soto la Marina”. Cuyo objetivo fue crear un modelo hidrológico que analizara la cantidad y la calidad del agua en la región del río Soto la Marina. También, como resultado, se evaluaron las variaciones espaciales y temporales del sistema hídrico, como inundaciones y sequías. Esto se logró al medir parámetros como la demanda de oxígeno bioquímico, la demanda química de oxígeno, la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura en 15 ubicaciones diferentes a lo largo de la cuenca del río Soto la Marina, con el objetivo de modelar la reducción del oxígeno disuelto. Concluyó que, las cantidades de los elementos contaminantes evaluados experimentaron un aumento en la represa Vicente Guerrero. No obstante, se observó una mayor sensibilidad en su variación estacional durante la temporada de sequía en comparación con los periodos de crecida. Asimismo, en el uso del modelo WEAP que se desarrolló y al emplear escenarios de cambio climático en simulaciones, se anticiparon resultados más precautorios durante la temporada de sequía en comparación con la temporada de crecida entre las proyecciones del modelo, la más preocupante fue la del RCP 4.5 W/m² utilizando el modelo GFDL-CM3.

En Colombia, Núñez (2021), en su trabajo investigativo “Estudio y modelamiento de la calidad del agua del río Lindo, departamento de Cundinamarca”. Cuyo objetivo de este estudio fue examinar la calidad del agua en el río Lindo mediante la elaboración de un modelo de calidad. Este modelo se creó utilizando el programa HEC-RAS QUALITY y se enfocó en dos parámetros específicos: la demanda bioquímica de oxígeno última carbonácea (DBOC) y el nivel de oxígeno disuelto (OD). Para lograr este objetivo, se llevó a cabo una simulación en la que se consideró un escenario inicial de escasez de agua en el río Lindo. Este escenario consistió en representar un flujo de agua durante condiciones secas. Con este fin, se identificó el valor 7Q10 y se utilizó como el caudal que refleja los vertimientos actuales de aguas residuales del municipio. Los resultados obtenidos fueron positivos para el nivel de oxígeno disuelto (OD), ya que el modelo generó valores que oscilan entre 4.86 mg/L y 6.25 mg/L. En cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno última carbonácea (DBOC), se observó un aumento aguas abajo, alcanzando un valor de 48.84 mg/l. Asimismo, en otros escenarios, los resultados obtenidos demostraron la necesidad de construir una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que incluya procesos secundarios de tratamiento y logre eliminar el 80% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), con el propósito de prevenir la contaminación de la fuente de agua.

En México, Ortiz et al. (2019), en su artículo titulado “Calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa, México”. Cuyo objetivo fue analizar la idoneidad del agua del río para fines agrícolas. Para ello, eligieron 12 ubicaciones de recogida a lo largo del cauce del río, llevando a cabo la toma de muestras de forma mensual desde enero hasta diciembre de 2016. El análisis de la calidad del agua se basó en parámetros como el pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos (SE), correlación de adsorción de sodio (RAS) y el coeficiente de saturación de sodio (CSR). Los resultados indicaron que el pH del agua fue alcalino en promedio (7.5), con valores mínimos de 6.3 y máximos de 8.9. La CE mostró un promedio de 304 $\mu\text{S cm}^{-1}$, siendo el 50.7% de las muestras clasificadas como C1, 48.6% como C2 y 0.7% como C3. Adicionalmente, el estudio de SE desveló que dentro de las 131 muestras, la calidad osciló desde muy buena hasta buena. No obstante, ocho de ellas exhibieron una calidad que varió de buena a riesgosa, y una muestra presentó una calidad que se consideró desde riesgosa hasta altamente riesgosa. En relación a los valores de RAS, se anotó un promedio de 1.6, con un valor mínimo de 0.3 y un valor máximo de 4.4. En cuanto al CSR, el 97% del total de muestras fueron de buena calidad para su utilización en actividades agrícolas y el 3% estaban condicionadas.

2.1.2. A nivel nacional

En Tingo María, departamento de Huánuco, Cerna et al. (2022), en su trabajo de investigación respecto a la evaluación de la calidad del agua superficial predestinada a regar la cuenca del Huallaga. Quienes, mediante los datos de supervisión de la calidad del agua en la cuenca, recopilados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), llevaron a cabo el cálculo del Índice de Calidad de Agua peruano (ICA - PE) predestinado al riego. Utilizaron como puntos de referencia el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para aguas superficiales en la categoría 3 D1, que se aplica a aguas utilizadas para riego. De los 139 lugares donde se realizó el monitoreo, en un 18,71% (26 lugares) se encontró agua de calidad excelente, en un 44,60% (62 lugares) agua de calidad buena, en un 25,18% (35 lugares) agua de calidad regular, en un 9,35% (13 lugares) agua de calidad mala y en un 2,16% (3 lugares) agua de calidad pésima, dejando en evidencia que los principales contaminantes identificados son los Coliformes Termotolerantes y la *Escherichia coli*, que en promedio excedieron el ECA en 606 y 288 veces respectivamente, y que afectaron al 53,4% (1029/1927) y al 38,9% (701/1803) de los puntos de monitoreo correspondientes. Relativo a la contaminación causada por pesticidas organoclorados, se observó que en el 100% de las mediciones de clordano se excedieron los niveles establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). En cuanto a Endrín, Aldrín y DDT, se superó el ECA en el 40% (10/25) de las mediciones. En un 25,6% de las mediciones, se encontraron valores de pH fuera de los rangos recomendados, inclinándose hacia la alcalinidad. Respecto al manganeso, hierro y aluminio, se excedieron los límites establecidos en el ECA en un 17,7%, 13,3% y 11,2%, respectivamente. Los investigadores concluyeron que las fuentes primordiales de pollution son los desechos líquidos derivados de labores agrícolas y urbanas, junto con la presencia de zonas problemáticas donde se acumulan desechos sólidos.

Por otro lado, en La Libertad, el autor Mora et al. (2020), en el estudio “Calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamaranga”. Cuyo objetivo fue examinar la calidad del agua en el río Huacamaranga, situado en la región montañosa del norte de Perú, durante la época de escasez de lluvias y de precipitaciones, específicamente en los meses de junio y diciembre del año 2017 respectivamente. Para este fin, se emplearon como marcadores los organismos acuáticos bentónicos de mayor tamaño, junto con el Índice BMWP (Grupo de Trabajo para el Monitoreo Biológico) adecuado para la región del norte de Perú, y se consideraron también parámetros físico-químicos como las temperaturas expresadas en grados centígrados, el pH (nivel de iones de hidrógeno), el oxígeno disuelto en mg/L, la conductividad eléctrica en $\mu\text{S}/\text{cm}$, así como el nivel de fosfato en mg/L y el sulfato en mg/L.

2.1.3. A nivel local

En Lamas, Díaz (2018), en su trabajo de investigación “Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña”. Cuyo objetivo fue evaluar la composición físico-químico y microbiológica del agua proveniente de la quebrada mencionada anteriormente en relación a su utilización para el riego de plantas y el suministro de bebida a animales, conforme a la clasificación 3 establecida en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Esta investigación se realizó en 2 temporadas; la primera en el periodo de crecida en abril de 2018 y en la temporada de sequía en julio del mismo año, donde se seleccionaron tres puntos de monitoreo o muestras que siguieron el protocolo Nacional para monitorear la calidad de recursos hídricos superficiales establecidos por el ANA para medir los parámetros en el campo. Uno de sus resultados fue que los parámetros de campo como el pH, la conductividad eléctrica y la temperatura cumplieron con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas superficiales. Sin embargo, el oxígeno disuelto (OD) incumplió con el ECA en los tres puntos de monitoreo durante la temporada de crecida en la subcategoría D1, que abarca el riego de vegetales. Se concluyó que, la calidad del agua de Chupishiña solo satisface los parámetros fisicoquímicos durante la temporada de invierno. Sin embargo, durante el verano, se observa que los niveles de mercurio superan los estándares de calidad ambiental, y los resultados microbiológicos también exceden los estándares ambientales establecidos.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Hidrología y recursos hídricos

La hidrología es una ciencia encargada del estudio del ciclo hidrológico, mejor dicho, el movimiento del agua en la Tierra (Grupo de Análisis de situaciones Meteorológicas Adversas-GAMA, 2023). Esto incluye la evaporación desde la superficie terrestre y cuerpos de agua, la condensación en forma de nubes, la precipitación que puede ser lluvia, nieve o granizo, el escurrimiento superficial de las aguas hacia ríos, arroyos, lagos y océanos, la infiltración del agua en el suelo y la recarga de acuíferos, así como la evaporación y transpiración de la vegetación (Chereque, 2010). La hidrología estudia cómo estas interacciones naturales afectan la disponibilidad y distribución del agua en diferentes regiones y en distintos momentos del año (Chereque, 2010).

Según Dourojeanni et al. (2002), los recursos hídricos son fuentes de agua disponibles para el uso humano y los ecosistemas y pueden ser superficiales, como ríos, lagos y embalses, o subterráneas, como acuíferos. Los recursos hídricos son vitales para múltiples actividades humanas, como el suministro de agua potable, el riego agrícola, la generación

de energía hidroeléctrica, la industria, el turismo y la conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Chereque, 2010).

Asimismo, la gestión adecuada de los recursos hídricos es esencial para asegurar su uso sostenible y equitativo, especialmente en regiones con escasez de agua (Burstein-Roda, 2018). La hidrología proporciona la base científica para entender el comportamiento y la disponibilidad del agua, lo que facilita la toma de decisiones informadas en la planificación y gestión de recursos hídricos para abordar desafíos como el cambio climático, la sequía, la contaminación y el crecimiento de la población (Martínez & Villalejo, 2018).

2.2.1.1. Ciclo hidrológico y disponibilidad de agua

El ciclo hidrológico, también conocido como ciclo del agua, es el proceso natural continuo de movimiento y redistribución del agua en la Tierra (Giai, 2008). Este ciclo describe cómo el agua pasa por diversas etapas y cambia de estado físico (líquido, sólido o gaseoso) a medida que se mueve a través de la atmósfera, la superficie terrestre y los cuerpos de agua (Ordoñez, 2011). Asimismo, se considera un proceso esencial para mantener el equilibrio y la disponibilidad del agua en el planeta.

Para Monsalve (2016), la disponibilidad de agua es la cantidad de agua disponible para satisfacer las necesidades humanas, así como para mantener los ecosistemas, la biodiversidad y esto puede variar según la región y depende de factores como la precipitación, la evaporación, la infiltración, la recarga de acuíferos y la gestión de los recursos hídricos. Para Martínez y Villalejo (2018), es importante una gestión adecuada del ciclo hidrológico para garantizar un suministro sostenible y equitativo de agua para las necesidades humanas y para preservar los ecosistemas y el medio ambiente en general.

2.2.1.2. Características hidrográficas de un río

Para Gaspari et al. (2013), las características hidrográficas de un río son propiedades y atributos que describen su comportamiento y morfología para entender la dinámica del río y su importancia en el ciclo hidrológico. Algunas de las principales características hidrográficas de un río incluyen:

- **Caudal:** Para Flachier Troya (2016) es la cantidad de agua que fluye por el río en un punto específico y se expresa generalmente en metros cúbicos por segundo (m^3/s) o en litros por segundo (L/s) y puede variar según las estaciones del año y las condiciones climáticas.

- Cuenca hidrográfica: Según Ibáñez et al. (2010) es el área de tierra drenada por el río y sus afluentes. La cuenca hidrográfica es fundamental para determinar la cantidad total de agua que puede llegar al río y afecta directamente el caudal y la disponibilidad del agua.
- Perfil longitudinal: Ibáñez et al. (2010) describe la pendiente del río a lo largo de su curso desde su nacimiento hasta su desembocadura. Esta pendiente influye en la velocidad del flujo y en la erosión del lecho del río.
- Ancho y profundidad: Guerrero (2019) indica que, el ancho y la profundidad del río varían a lo largo de su curso. El ancho afecta la capacidad de carga de sedimentos y nutrientes, mientras que la profundidad influye en la capacidad de almacenamiento y el hábitat acuático.
- Régimen: Orellana (2021) hace referencia a las variaciones estacionales del caudal del río. Algunos ríos pueden tener un régimen pluvial, donde el caudal aumenta significativamente durante la temporada de lluvias, mientras que otros pueden tener un régimen nival, donde el deshielo de nieve en montañas es la principal fuente de agua.
- Velocidad del flujo: Para Botto Rojas (2019) es la velocidad a la que se desplaza el agua en el río y está relacionada con la pendiente y la geometría del lecho.
- Sedimentación y erosión: Según Basile (2018), los ríos transportan sedimentos y partículas sólidas a lo largo de su curso, llegando hasta a modificar el lecho del río y afectar su capacidad de transporte.
- Afluentes y desembocadura: Los afluentes son los ríos o corrientes más pequeñas que se unen al río principal, mientras que la desembocadura es el punto donde el río desemboca en un lago, mar u océano (República del Perú, 2011).
- Régimen de crecidas: Son los eventos de inundación que ocurren en el río debido a un aumento significativo del caudal por lluvias intensas o deshielo (Palacios, 2010).
- Calidad del agua: La calidad del agua en un río puede variar según su ubicación y las actividades humanas que se desarrollen en su cuenca (OMS, 2011). Asimismo, parámetros como la temperatura, el pH, la concentración de nutrientes y la presencia de contaminantes son indicadores importantes de la calidad del agua.

Cabe destacar la importancia de estas características hidrográficas para la gestión y conservación de los ríos, así como para comprender su relevancia en los ecosistemas y el uso sostenible de sus recursos hídricos.

2.2.2. Calidad del Agua

Según Villena (2018), la calidad del agua es la condición o estado del agua en términos de su idoneidad para diferentes usos y su capacidad para mantener la salud de los ecosistemas acuáticos y la vida humana, actuando como un indicador importante de la salud ambiental mediante un impacto directo en la salud pública, la agricultura, la industria y la conservación de la biodiversidad.

De acuerdo a Guevara et al. (2019), esta se evalúa mediante la medición de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos que indican la presencia de contaminantes o sustancias que pueden afectar su pureza y seguridad. Para Samboni et al., (2007), Es fundamental destacar que los parámetros de calidad del agua, o características físicas, químicas y biológicas, se utilizan para evaluar la calidad del agua.

- Temperatura: La temperatura del agua puede influir en la vida acuática y en los procesos biológicos.
- pH: El pH indica la acidez o alcalinidad del agua y es relevante para la vida acuática y la formación de sustancias tóxicas.
- Concentración de oxígeno disuelto: La presencia de oxígeno es crucial para la existencia de vida en entornos acuáticos, y la cantidad de oxígeno disuelto juega un papel determinante en la capacidad del agua para albergar organismos acuáticos.
- Nutrientes: Los nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, son importantes para los ecosistemas acuáticos, pero en exceso pueden causar problemas como la eutrofización.
- Contaminantes químicos: Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos, metales pesados, pesticidas y productos químicos industriales, que pueden ser perjudiciales para la salud humana y la vida acuática.
- Agentes patógenos microbianos: La existencia de bacterias, virus y otros microorganismos patógenos puede constituir una amenaza para la salud humana en caso de que el agua se emplee para el consumo sin un tratamiento apropiado.

De acuerdo a Bosch (1999), la calidad del agua varía en diferentes fuentes, como ríos, lagos, acuíferos, océanos y aguas subterráneas, y puede verse afectada por actividades humanas, como la descarga de aguas residuales, la agricultura intensiva y la contaminación industrial, por ello es fundamental evaluar y mantener la calidad del agua es para garantizar un suministro seguro de agua potable, proteger los ecosistemas acuáticos y promover prácticas sostenibles en el uso de los recursos hídricos. La gestión adecuada de la calidad del agua implica monitoreo constante, control de la contaminación y el uso responsable y equitativo de los recursos hídricos (Laura, 2019).

2.2.3. Parámetros de calidad del agua relevantes para uso agrícola

Los parámetros de calidad del agua relevantes para el uso agrícola son aquellos que impactan directamente en la salud y productividad de los cultivos, así como en la sostenibilidad del suelo y el medio ambiente (Castellón et al., 2020). Estos pueden ser la concentración de sales y nutrientes como el nitrógeno, el fósforo o un contenido excesivo de sales puede provocar salinidad en el suelo, aumentando la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes, lo que reduce su crecimiento y productividad. Por otro lado, las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo pueden provocar la eutrofización de cuerpos de agua cercanos debido al escurrimiento de fertilizantes agrícolas, lo que daña los ecosistemas acuáticos y reduce la calidad del agua (Ibérica, 2018).

Además, el pH del agua es un parámetro relevante, ya que puede influir en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Según Anthura (2018) un pH inadecuado puede afectar la absorción de minerales esenciales por las raíces de las plantas, afectar su desarrollo y rendimiento. Otro parámetro crítico de acuerdo a Janet et al. (2012) es la presencia de contaminantes químicos, como pesticidas y herbicidas, que pueden ser perjudiciales para los cultivos y contaminar los recursos hídricos cercanos, tal que es fundamental para los agricultores evaluar y monitorear periódicamente estos parámetros para asegurar un uso sostenible del agua en la agricultura y evitar impactos negativos en el entorno agrícola y la salud pública.

2.2.4. Los factores de contaminación de la calidad del agua en el uso agrícola

Son elementos o actividades que contribuyen a la degradación de la calidad del agua cuando se emplea en la agricultura, introduciendo contaminantes o alterar las propiedades químicas, físicas o biológicas del agua, lo que afecta tanto a los cuerpos de agua en sí como a los ecosistemas y la salud humana (Cerna et al., 2022).

Uso de agroquímicos: La aplicación excesiva de pesticidas, herbicidas y fertilizantes químicos puede resultar en la escorrentía de estos productos químicos hacia fuentes de agua, contaminando el agua superficial y subterránea (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018).

Erosión del suelo: Según Gómez et al. (2018), las agrícolas que no tienen en cuenta la conservación del suelo, como el arado intensivo y la falta de cobertura vegetal, pueden aumentar la erosión del suelo y transportar sedimentos y nutrientes hacia los cuerpos de agua.

Escorrentía de nutrientes: Para Bolaños et al. (2017), es el exceso de fertilizantes aplicados en los campos puede lixiviar nitratos y fosfatos hacia las fuentes de agua, lo que contribuye a la eutrofización y la utilización de algas.

Contaminación orgánica: Para Natalia et al. (2019), hace referencia a los desechos orgánicos de la agricultura, como residuos de cultivos y estiércol, pueden liberar nutrientes y materia orgánica en el agua, promoviendo el crecimiento de microorganismos y consumiendo oxígeno en el proceso.

Manejo inadecuado de residuos: Es la disposición inapropiada de envases de productos químicos agrícolas y otros desechos pueden resultar en la liberación de sustancias contaminantes en el medio ambiente (Elias, 2022).

Desarrollo de plagas resistentes: El uso continuo de pesticidas puede dar lugar al desarrollo de plagas resistentes, lo que puede requerir dosis aún mayores de productos químicos, aumentando el riesgo de contaminación (Devine et al., 2008).

Falta de conciencia y educación: La falta de conocimiento sobre las prácticas responsables agrícolas y sus efectos en la calidad del agua también puede contribuir a la contaminación (Martínez, 2010).

Para mitigar estos factores de contaminación y mejorar la calidad del agua en la agricultura, se requiere la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, la educación de los agricultores, la adopción de tecnologías más eficientes y la regulación efectiva de la utilización de agroquímicos y recursos hídricos.

2.2.5. Uso agrícola restringido

El uso agrícola restringido hace referencia a la utilización específica del agua, tierra u otros recursos para fines agrícolas bajo ciertas condiciones, normativas o limitaciones impuestas por autoridades, legislaciones o consideraciones ambientales (Bustamante, 2009). En este contexto, el término "restringido" indica que existen restricciones o directrices específicas para garantizar un uso sostenible y responsable de los recursos en actividades agrícolas (Winpenny et al., 2017). Estas restricciones pueden estar relacionadas con la calidad del agua, la cantidad de agua disponible, el tipo de cultivos permitidos, las prácticas agrícolas aprobadas, o para evitar impactos negativos en el medio ambiente y otros usuarios del agua. El uso agrícola restringido busca equilibrar las necesidades de la agricultura con la protección y conservación de los recursos naturales y promover prácticas que sean ambientalmente responsables y socialmente equitativas.

Agua para riego restringido

El Ministerio del Ambiente-MINAM (2017), aprobó los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA)” para el Agua, los cuales contienen disposiciones adicionales. Estos criterios definen el agua destinada a riego limitado como agua de calidad suficiente para regar diversos cultivos. Entre ellos se incluyen los cultivos destinados al consumo humano después de la cocción, como las judías; los cultivos de tallo alto, en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto, como los árboles frutales; los cultivos destinados a la transformación, el envasado o la industrialización, como el trigo, el arroz, la avena y la quinoa; los cultivos industriales no destinados al consumo humano, como el algodón; y los cultivos forestales, forrajeros, de pastos o similares, como la alfalfa y el maíz forrajero. *Ver Anexo 08.*

A continuación se presenta los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, específicamente para el uso en el riego de vegetales con restricciones (categoría D1). Estos estándares, extraídos del Decreto Supremo N° 004-2017 del MINAM, establecen los límites aceptables de cada parámetro para garantizar la calidad del agua destinada al riego de vegetales con restricciones, contribuyendo así a la protección del medio ambiente y la seguridad alimentaria.

Tabla 1

“Estándar de calidad Ambiental ECA - Agua para uso de riego restringido”

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales
		Agua para riego restringido
FÍSICOS- QUÍMICOS		
Aceites y Grasas	mg/L	5
Bicarbonatos	mg/L	518
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cloruros	mg/L	500
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2
Fenoles	mg/L	0,002
Fluoruros	mg/L	1
Nitratos (NO --N) +	mg/L	100
Nitritos (NO --N)	mg/L	10
Oxígeno Dis (valor mínimo)	mg/L	\geq 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sulfatos	mg/L	1 000
Temperatura	$^{\circ}$ C	Δ 3
INORGÁNICOS		
Aluminio	mg/L	5

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017 – MINAM

Tabla 2
 “Estándar de calidad Ambiental ECA - Agua para uso de riego restringido”

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales
		Agua para riego restringido
Arsénico	mg/L	0,1
Bario	mg/L	0,7
Berilio	mg/L	0,1
Boro	mg/L	1
Cadmio	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	0,2
Cobalto	mg/L	0,05
Cromo Total	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	5
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	**
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,02
Zinc	mg/L	2
ORGÁNICO		
<u>Bifenilos Policlorados</u>		
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04
<u>PLAGUICIDAS</u>		
Paratión	µg/L	35
<u>Organoclorados</u>		
Aldrín	µg/L	0,004
Clordano	µg/L	0,006
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001
Dieldrín	µg/L	0,5
Endosulfán	µg/L	0,01
Endrin	µg/L	0,004
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01
Lindano	µg/L	4
<u>Carbamato</u>		
Aldicarb	µg/L	1
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017 – MINAM

2.2.5.1. Requisitos y limitaciones para el uso agrícola del agua.

Los requisitos y limitaciones para el uso agrícola del agua son las condiciones y restricciones establecidas para garantizar un uso sostenible y responsable de este recurso en actividades agrícolas (Villanueva, 2017). Estos requisitos y limitaciones pueden variar según la región y las regulaciones locales, pero algunos de los más comunes incluyen:

- **Calidad del agua:** Se establecen estándares de calidad para asegurar que el agua utilizada para riego no contenga contaminantes que puedan dañar la salud de los cultivos o del suelo.
- **Cantidad de agua:** Se establecen límites o cuotas para la cantidad de agua que se puede utilizar en actividades agrícolas, especialmente en áreas con escasez de agua.
- **Época de riego:** Pueden existir restricciones en cuanto a los períodos de riego, para asegurar un uso eficiente del agua y evitar competencia con otros usuarios o ecosistemas acuáticos.
- **Cultivos permitidos:** Pueden existir regulaciones sobre qué tipos de cultivos se pueden sembrar en función de su demanda de agua y su impacto en el medioambiente. **Técnicas de riego:** Pueden requerirse prácticas de riego eficientes, como el riego por goteo o el riego por aspersión, para minimizar las pérdidas de agua.
- **Control de contaminación:** Se pueden establecer medidas para prevenir la contaminación del agua con agroquímicos o aguas residuales agrícolas.
- **Protección de áreas sensibles:** Se pueden establecer zonas de protección alrededor de cuerpos de agua o acuíferos para evitar impactos negativos en estos recursos.
- **Cumplimiento de regulaciones:** Los agricultores pueden estar sujetos a inspecciones y sanciones si no cumplen con los requisitos y limitaciones establecidas.

Estos requisitos y limitaciones son fundamentales para asegurar que el uso agrícola del agua sea sostenible, proteja el medio ambiente y respete los derechos de otros usuarios del agua. También contribuyen a garantizar la seguridad y calidad de los alimentos producidos y promover prácticas agrícolas responsables desde el punto de vista ambiental (Monographies, 2004).

2.2.5.2. Impacto de la calidad del agua en los cultivos y la producción agrícola

El impacto de la calidad del agua en los cultivos y la producción agrícola es significativo y puede tener consecuencias tanto positivas como negativas, dependiendo de la calidad del agua utilizada en el riego y otros procesos agrícolas (Ortiz Gómez, 2006). Algunos de los principales impactos son los siguientes:

- Salud y rendimiento de los cultivos: La calidad del agua puede afectar directamente la salud y el crecimiento de los cultivos. Si bien es cierto que, el agua de mala calidad con altos niveles de sales, metales pesados u otros contaminantes puede provocar estrés hídrico en las plantas, reducir la absorción de nutrientes y afectar negativamente su desarrollo, lo que se traduce en una disminución del rendimiento y la calidad de los cultivos(Monographies, 2004).
- Salinidad del suelo: El riego con agua de baja calidad puede llevar a la acumulación de sales en el suelo, lo que provoca la salinización. Según Lamz & González (2013), la salinización reduce la disponibilidad de agua para las plantas y afecta su capacidad para absorber nutrientes, disminuyendo la productividad del suelo y limitando el crecimiento de los cultivos.
- Contaminación de los cultivos: Natalia et al. (2019) se señala que si el agua utilizada para el riego contiene sustancias químicas contaminantes o microorganismos patógenos, estos tienen la capacidad de acumularse en los tejidos de las plantas. Esto puede tener un impacto negativo en la calidad y seguridad de los productos agrícolas, representando un riesgo para la salud humana en caso de consumir alimentos contaminados.
- Sostenibilidad agrícola: para Reyes y Cano (2022), es el uso de agua de mala calidad puede tener efectos a largo plazo en la sostenibilidad de la agricultura. La degradación del suelo y la acumulación de contaminantes pueden disminuir la capacidad del terreno para sostener cultivos en el futuro y afectar negativamente la viabilidad de la producción agrícola.
- Costos de producción: La calidad del agua también puede influir en los costos de producción agrícola Reyes y Cano (2022). Si se requiere un tratamiento adicional para mejorar la calidad del agua utilizada en riego, esto puede aumentar los costos para los agricultores.

En resumen, la calidad del agua tiene un impacto significativo en la salud y rendimiento de los cultivos, la productividad del suelo y la sostenibilidad agrícola en general. Es fundamental garantizar un suministro adecuado de agua de calidad para maximizar la producción agrícola y proteger la seguridad alimentaria.

2.2.5.3. Alternativas y técnicas de tratamiento para uso agrícola restringido

Las alternativas y técnicas de tratamiento para uso agrícola restringido son métodos y procesos utilizados para mejorar la calidad del agua y hacerla apta para su utilización en actividades agrícolas bajo ciertas restricciones o limitaciones (Winpenny et al., 2017). Estas técnicas buscan reducir la presencia de contaminantes y mejorar la seguridad del

agua destinada a riego agrícola, garantizando un uso sostenible de los recursos hídricos. Algunas de las alternativas y técnicas comunes son:

- El Tratamiento físico: Incluye procesos como la filtración, sedimentación y flotación para eliminar partículas y sólidos suspendidos en el agua.
- Tratamiento químico: Utiliza productos químicos como coagulantes y floculantes para aglutinar y precipitar contaminantes presentes en el agua, facilitando su eliminación.
- Desinfección: La desinfección con agentes como cloro, ozono o luz ultravioleta ayuda a eliminar microorganismos patógenos y reducir el riesgo para la salud.
- Tratamiento biológico: Procesos como la biofiltración y la fitodepuración utilizan microorganismos y plantas para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua.
- Osmosis inversa y nanofiltración: Estas técnicas de membrana se utilizan para eliminar sales y contaminantes disueltos en el agua.
- Uso de barreras naturales: Se implementan barreras vegetales como humedales artificiales para filtrar y depurar el agua antes de su uso agrícola.
- Utilización efectiva del recurso hídrico: Aplicar métodos de riego más efectivos, tales como el riego por goteo o la irrigación mediante aspersores, con el propósito de reducir las pérdidas de agua y maximizar su aprovechamiento.
- Rotación de cultivos y prácticas de conservación del suelo: Estas técnicas agrícolas ayudan a reducir la erosión y mejorar la calidad del agua, evitando la acumulación de contaminantes.

La elección de la alternativa o técnica de tratamiento adecuada dependerá de la calidad inicial del agua, las restricciones y regulaciones locales, y los recursos disponibles (Winpenny et al., 2017). El objetivo es garantizar que el agua utilizada en la agricultura cumpla con los estándares requeridos para un uso responsable y sostenible en el contexto del uso agrícola restringido.

2.2.6. Modelamiento Hidroquímico y modelización

El Modelamiento Hidroquímico es una herramienta y técnica de estudio que se utiliza para simular y predecir la calidad del agua en un cuerpo de agua, como un río, a partir de datos hidrológicos y químicos recopilados en diferentes puntos y momentos. En el contexto de la "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido", el Modelo se emplea para comprender cómo los diversos parámetros químicos y físicos del agua pueden cambiar a lo largo del tiempo y a lo largo del río, y cómo estos cambios afectan la calidad del agua disponible para el uso agrícola (Samboni et al., 2007).

Este proceso implica el uso de modelos matemáticos y algoritmos que integran la hidrología (estudio del agua en el medio ambiente) con la química del agua, permitiendo estimar cómo la interacción de diferentes factores, como la contaminación, los aportes de nutrientes y las variaciones en los caudales, influyen en la composición del agua y en su idoneidad para su uso agrícola restringido (Fuillerat, 2021). El Modelamiento Hidroquímico es una valiosa herramienta para los investigadores y responsables de la gestión del agua, ya que proporciona información precisa y detallada sobre los procesos que afectan la calidad del agua, lo que les permite tomar decisiones informadas y diseñar estrategias para mejorar la gestión y conservación de los recursos hídricos en la región del río Huallaga (Dourojeanni et al., 2002).

Relativo al término modelización o también conocido como modelado o modelación se refiere al proceso de crear y utilizar modelos para representar y simular fenómenos, sistemas o situaciones del mundo real (Molina, 2017). En otras palabras, es una representación simplificada de un objeto o proceso que captura sus características clave y permite entender, predecir o analizar su comportamiento. Esto implica varios aspectos como:

- Representación simplificada: Los modelos son simplificaciones de la realidad. No capturan todos los detalles del fenómeno o sistema, sino solo las características esenciales que son relevantes para el análisis o la comprensión del problema.
- Abstracción: La modelización implica abstraer lo importante y eliminar lo superfluo. Los detalles innecesarios se ignoran para centrarse en los aspectos fundamentales.
- Propósito específico: Los modelos se crean para un propósito particular. Pueden utilizarse para predecir resultados, tomar decisiones, entender relaciones causa- efecto, diseñar sistemas o experimentos, entre otros objetivos.
- Matemática y representación gráfica: Los modelos pueden expresarse matemáticamente, mediante ecuaciones y fórmulas, o visualmente, utilizando diagramas, gráficos u otras representaciones visuales.
- Validación y comprobación: Antes de usar un modelo para tomar decisiones importantes o realizar predicciones, es esencial verificar si el modelo se ajusta correctamente a la realidad. Esto implica validar sus resultados y compararlos con datos reales o experimentales.
- Actualización y mejora: Los modelos pueden mejorarse con el tiempo a medida que se obtienen nuevos datos o conocimientos. La modelización es un proceso iterativo que puede requerir ajustes y refinamientos para aumentar su precisión y utilidad.

En resumen, la modelización es una herramienta poderosa utilizada en diversas disciplinas, como la física, la economía, la biología, la ingeniería, entre otras. Permite simplificar y entender sistemas complejos, realizar predicciones y tomar decisiones informadas basadas en el análisis de los modelos creados (Acher, 2014). Asimismo, es fundamental recordar que los modelos son representaciones, no la realidad en sí misma, y, por lo tanto, siempre deben utilizarse con cuidado y con conocimiento de sus limitaciones.

2.2.6.1. Métodos y técnicas de modelado para evaluar la calidad del agua

Los métodos y técnicas de modelado para evaluar la calidad del agua son herramientas matemáticas y computacionales utilizadas para simular y predecir el comportamiento de diferentes parámetros químicos, físicos y biológicos del agua en un sistema hídrico (Rangel, 2012). Estas técnicas permiten obtener una comprensión más profunda de los procesos que afectan la calidad del agua y cómo esta puede variar a lo largo del tiempo y en diferentes ubicaciones.

Algunos de los métodos y técnicas de modelado utilizados para evaluar la calidad del agua son:

- Modelos de transporte y dispersión: Estos modelos simulan cómo se mueven y dispersan los contaminantes en el agua debido a factores como la corriente, la difusión y la advección. Permiten evaluar la distribución espacial de los contaminantes en un cuerpo de agua.
- Modelos de calidad del agua: Estos modelos integran múltiples parámetros químicos y biológicos para predecir cómo cambia la calidad del agua en función de factores como la entrada de contaminantes, la degradación de los mismos y la interacción con los organismos acuáticos.
- Modelos hidrológicos: Estos modelos evalúan la cantidad y el flujo de agua en un sistema hídrico, lo que es crucial para entender cómo se transportan los contaminantes y cómo pueden afectar la calidad del agua.
- Modelos de carga de contaminantes: Estos modelos estiman la cantidad de contaminantes que ingresan a un cuerpo de agua desde diferentes fuentes, como la escorrentía agrícola, las descargas industriales o las aguas residuales, lo que permite identificar las principales fuentes de contaminación.
- Modelos ecológicos: Estos modelos consideran la interacción entre los organismos acuáticos y la calidad del agua, lo que permite entender cómo los cambios en la calidad del agua pueden afectar la vida acuática y los ecosistemas acuáticos.

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Los SIG combinan datos espaciales y ambientales para mapear y visualizar la calidad del agua en diferentes áreas geográficas, facilitando la toma de decisiones en la gestión y conservación de los recursos hídricos

Estos métodos y técnicas de modelado son esenciales para mejorar la comprensión y gestión de la calidad del agua, permitiendo tomar decisiones informadas y diseñar estrategias efectivas para proteger y conservar este recurso vital.

2.3. Definición de términos básicos

- **Agrícola.** – Es la actividad específica que se realiza en una propiedad y no se limita simplemente a la idea general de la agricultura, si no como una actividad económica en su conjunto (Parra et al., 2019).
- **Calidad.** - Es la medida de excelencia inherente a algo, reflejando su grado de perfección, cumplimiento de estándares y satisfacción de necesidades o expectativas, destacando su superioridad y fiabilidad en comparación con otros (Cancino et al., 2020).
- **Calidad del agua.** - Es un valor ecológico esencial para la salud y para el crecimiento económico (Villena Chávez, 2018).
- **Modelamiento.** - Es el proceso de crear representaciones simplificadas de sistemas complejos para comprender, analizar o predecir su comportamiento implicando el uso de modelos matemáticos o computacionales para simular situaciones del mundo real (Izquierdo et al., 2008).
- **Modelización.** - Es la acción de modelizar, haciendo mención a la elaboración de un plan, una estructura reducida o una versión en miniatura de algo, o a un ejemplo fundamental que actúa como punto de comparación (Acher, 2014).
- **Modelo.** - Es una representación simplificada de un sistema o concepto, diseñado para comprender, predecir o analizar fenómenos y puede ser matemático, conceptual o físico, facilitando la comprensión y toma de decisiones (Candelaria et al., 2011).
- **Modelo de gestión.** – Es el conjunto estructurado de prácticas, métodos y procesos diseñados para dirigir y optimizar el desempeño organizacional, con el objetivo de alcanzar metas y objetivos estratégicos (Mallar, 2005).
- **Parámetro.** – Indicador que nos refleja la situación del ambiente y nos permite realizar una evaluación y seguimiento a las medidas de protección ambiental del ámbito de estudio
- **Restringido.** – Es algo limitado o condicionado en su acceso, uso o alcance.
- **Uso agrícola.** – Es la utilización específica del agua, tierra u otros recursos para

fines agrícolas bajo ciertas condiciones, normativas o limitaciones impuestas por autoridades, legislaciones o consideraciones ambientales.

- Uso agrícola restringido. – Es la utilización específica del agua, tierra u otros recursos para fines agrícolas bajo ciertas condiciones, normativas o limitaciones impuestas por autoridades, legislaciones o consideraciones ambientales.
- Variable dependiente. – Es el resultado medible de esta manipulación, los resultados del diseño experimental.
- Variable Independiente. – Es el centro del experimento y es aislada y manipulada por el investigado

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Ubicación política

El trabajo de investigación se realizó en el río Huallaga, este recorre la Región San Martín, una región política administrativa en el norte de Perú. El Perú tiene 25 regiones y San Martín es una de ellas que tiene como capital la ciudad de Moyobamba. El río Huallaga es el principal río de la región y recorre diferentes provincias, como Tocache, Mariscal Cáceres, Bellavista Picota y San Martín y desemboca en el río Marañón este último confluye con el río Ucayali para formar finalmente el río Amazonas.

3.1.2. Ubicación geográfica

El río Huallaga se encuentra en la Región San Martín, en el norte del Perú. La Región San Martín es una región ubicada en la zona central del país, en la selva alta o ceja de selva, y es conocida por su riqueza en recursos naturales y biodiversidad. El río Huallaga es uno de los principales ríos de la región y juega un papel crucial en el abastecimiento de agua y el desarrollo económico de la zona, recorre importantes zonas agrícolas y comunidades locales. Su ubicación geográfica exacta puede variar a lo largo de su curso, pero principalmente fluye por las provincias como Tocache, Mariscal Cáceres, Bellavista Picota y San Martín.

3.1.3. Periodo de ejecución

El estudio se llevó a cabo durante el período 2021 y 2022, cuyas actividades y ejecución se define en tabla 3:

Tabla 3*“Cronograma de actividades”*

ACTIVIDADES	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Objetivo 1: Realizar un análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la Región San Martín.																								
Revisión bibliográfica.	X	X	X																					
Selección de estaciones de muestreo total.				X																				
Análisis de parámetros de calidad del agua					X																			
Recuento de cumplimiento de parámetros					X																			
Objetivo 2: Describir el incumplimiento de parámetros por años y estación de muestro.																								
ACTIVIDADES	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Selección de estaciones de muestreo a considerar.					X																			
Análisis de parámetros de calidad del agua						X																		
Recuento de cumplimiento de parámetros							X	X	X															
Objetivo 3: Desarrollar un modelo de gestión que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, región San Martín - 2022.																								
ACTIVIDADES	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Identificación de variables relevantes											X	X												
Recopilación de datos históricos.													X											
Análisis exploratorio de datos.													X											
Desarrollo del modelo de gestión														X										
Evaluación de la precisión y fiabilidad del modelo.															X	X								
Objetivo 4: Validar el modelo de gestión propuesto que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.																								

3.1.4. Autorizaciones y permisos

En el proceso, se siguió un paso esencial que involucró la solicitud formal de autorización a través de un escrito dirigido a la Autoridad Local del Agua (ALA) en su sede de Tarapoto. Este escrito tenía como objetivo obtener la aprobación necesaria para el uso de los datos requeridos en el estudio. Se puede resaltar que se llevó a cabo un proceso ético y legal al solicitar esta autorización, asegurando que se respetaran los derechos de privacidad y cumpliendo con las regulaciones pertinentes. Una vez que se obtuvo el consentimiento respectivo del ALA, se pudo proceder con confianza en la utilización de los datos necesarios para llevar a cabo el proyecto o estudio en cuestión, garantizando así la validez y la integridad de la investigación.

3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No aplica.

3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Relativo al principio **totalidad/integridad** se presenta datos y resultados de manera completa y precisa, impidiendo la manipulación selectiva o la omisión de información relevante y sobre la calidad del agua, se garantiza que todos los datos recopilados se presentan de manera íntegra y que no fueron seleccionados únicamente los resultados que respalden una conclusión específica.

En cuanto al **respeto a las personas**, se consideró la protección de los derechos y el bienestar de las personas involucradas en la investigación, incluyendo a los participantes, investigadores y con respecto a la calidad del agua, implicó obtener el consentimiento informado de las personas que participaron en la recopilación de datos, respetando su privacidad y asegurando su participación de manera voluntaria.

Asimismo, se consideró el **respeto al ecosistema**, teniendo en cuenta el impacto de la investigación en el ecosistema y en los recursos naturales en todo momento, evitando cualquier daño ambiental potencial causado por la investigación y al mismo tiempo garantizando que los resultados no sean perjudiciales para el entorno. Finalmente, se consideró la **beneficencia**, porque se actuó en beneficio de los participantes y la sociedad en general, asegurando de que los resultados de la investigación tengan un impacto positivo en la calidad del agua, ya que en salud y el bienestar de las comunidades dependen de ella para uso agrícola.

3.2. Sistemas de variables

3.2.1. Variables principales

Variable independiente:

- Calidad del agua.

Variable dependiente:

- Uso agrícola restringido.

Tabla 4

“Descripción de variables por objetivo específico 1.”

Objetivo específico N° 1: Realizar un análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la región San Martín.			
V ABSTRACTA	V. CCONCRETA	M. Registro	U. Medida
Calidad del agua.	Parámetros de calidad del agua.	Análisis de muestras	Valores de los parámetros de calidad del agua

Tabla 5

“Descripción de variables por objetivo específico 2.”

Objetivo específico N° 2: Describir el incumplimiento de parámetros por años y estación de muestro.			
V ABSTRACTA	V. CCONCRETA	M. Registro	U. Medida
Calidad del agua.	Parámetros de calidad del agua.	Análisis de muestras	Número de parámetros de calidad del agua

Tabla 6

“Descripción de variables por objetivo específico 3.”

Objetivo específico N° 3: Desarrollar un modelo de gestión que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga a lo largo del tiempo.			
V ABSTRACTA	V. CCONCRETA	M. Registro	U. Medida
Modelo de gestión de la calidad del agua.	Comportamiento de la calidad del agua.	Descripción y desarrollo del modelo.	Expresiones matemáticas, coeficientes, parámetros, etc.

Tabla 7

“Descripción de variables por objetivo específico 4.”

Objetivo específico N° 4: Validar el modelo de gestión propuesto que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.			
V ABSTRACTA	V. CCONCRETA	M. Registro	U. Medida
Especialistas ambientales.	05 especialistas ambientales.	Fichas de verificación	Número de parámetros que cumplen

Tabla 8

“Descripción de variables por objetivo específico 5.”

Objetivo específico N° 5: Identificar el nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga.

V ABSTRACTA	V. CCONCRETA	M. Registro	U. Medida
Los procesos agrícolas.	Nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga.	Encuesta. Cuestionario.	Ordinal

3.3. Procedimientos de la investigación

3.3.1. Objetivo específico 1

Realizar un análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la región San Martín.

a) Actividades y tareas

- Revisión bibliográfica.
- Selección de estaciones de muestreo.
- Análisis de parámetros de calidad del agua
- Recuento de cumplimiento de parámetros.

b) Descripción del procedimiento

- En la revisión bibliográfica se revisó informes técnicos del ALA Tarapoto.
- Para la realización de esta propuesta se ha realizado un análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga en la región San Martín, mediante 17 estaciones de muestreo Hual 20–36 que corresponden al departamento de San Martín durante los años 2017, 2018 y 2019.
- En el recuento de cumplimiento de parámetros se consideró el número de parámetros que no cumplen los ECAS.

c) Técnica de procedimiento y análisis de datos

- Observación directa.
- En la siguiente tabla se muestra la Red de Estaciones de muestreo de acuerdo a localidad, distrito, provincia y departamento.



****Cada número en la figura 1 corresponde al mismo orden del N° en la tabla 7****

Figura 1

Ubicación de los puntos de muestreo

Tabla 9*Red de Estaciones de muestreo de acuerdo a georreferenciación*

N°	Código	Descripción	Coordenadas (WGS 84)		Localidad
			Este	Norte	
1	RHual20	En las proximidades del Puente Morada-Cholón, ubicado a unos 20 metros río arriba, específicamente en la margen derecha del río Huallaga en Madre Mía.	364354	9033875	Madre Mía – Nuevo Progreso - Tocache
2	RHual21	Ubicado cerca de 50 metros río abajo del puerto de embarque del C.P. de Puerto Rico en la margen derecha, se encuentra el Río Huallaga.	360215	9048655	Puerto Rico - Nuevo Progreso - Tocache
3	RHual22	Río Huallaga, punto de partida para la embarcación en el C.P. Nuevo Progreso en el lado derecho del margen.	353779	9065621	Progreso - Nuevo Progreso - Tocache
4	RHual23	La margen izquierda del Río Huallaga, específicamente en el puerto de Huicte, sirve como punto de embarque.	348921	9072863	Huicte - Uchiza - Tocache
5	RHual24	Puerto de salida del C.P. Santa Lucía en la ribera izquierda del río Huallaga.	347593	9077228	Santa Lucía - Uchiza - Tocache
6	RHual25	Ubicado en la margen izquierda, el Río Huallaga a una distancia de 220 metros aguas abajo del puente Tocache.	333868	9094914	Tocache - Tocache - Tocache
7	RHual26	Ubicado en cerca del puente Pizana, a unos 65 metros corriente arriba, en la margen derecha del río Huallaga.	318256	91 14316	Pizana – Polvora - Tocache
8	RHual27	Margen izquierda del Río Huallaga, puerto de embarque de Campanilla.	318197	9172659	Campanilla-Campanilla-Mariscal Cáceres
9	RHual28	Orilla izquierda del río Huallaga, específicamente en el Boulevard Juanjui, cerca del puerto de embarque.	309927	9206505	La merced – Juanjui - Mariscal Cáceres
10	RHual29	En el margen izquierda, a unos 30 metros río abajo del puente Bellavista, se encuentra el río Huallaga.	325326	9218463	Bellavista - Bellavista - Bellavista
11	RHual 30	A 350 metros aguas abajo del puente Picota, a la izquierda del Huallaga.	353222	9234612	Picota – Picota - Picota
12	RHual 31	Puerto de salida del C.P. Buenos Aires en la margen izquierda del río Huallaga.	353702	9248844	Buenos Aires – Picota - Picota
13	RHual32	A unos 1,5 kilómetros río abajo de Pilluana en la margen derecha del río Huallaga, cerca del puerto Sangama.	357064	9252593	Pilluana – Pilluana - Picota
14	RHual33	A unos 500 metros río Huallaga abajo de Utcurarca, margen derecho.	357432	9263546	Utcurarca-Alberto Cabo Leveau-San Martín
15	RHual34	A 600 metros desde el punto en que el río Mayo se une al Huallaga.	358756	9272342	Shapaja – Shapaja - San Martín
16	RHual35	A 200 metros río arriba del puerto de embarque de Chazuta en la margen izquierda del río Huallaga.	375175	9273222	Chazuta – Chazuta - San Martín
17	RHual36	a una distancia de 200 metros río abajo del puerto de Papaplaya en la margen izquierda del río Huallaga.	413176	9313998	Papaplaya – Papaplaya - San Martín

Fuente: Datos propios de la investigación

3.3.2. Objetivo específico 2

Describir el incumplimiento de parámetros por años y estación de muestreo.

a) Actividades y tareas

- Revisión bibliográfica.
- Selección de estaciones de muestreo.
- Análisis de parámetros de calidad del agua
- Recuento de cumplimiento de parámetros

b) Descripción del procedimiento

- En la revisión bibliográfica se revisó informes técnicos del ALA Tarapoto.
- En la selección de estaciones de muestreo se escogió a las pertenecientes a la región San Martín.
- En el recuento de cumplimiento de parámetros se consideró el número de parámetros que no cumplen y cada uno de los datos que no cumplen los ECAS.

c) Técnica de procedimiento y análisis de datos

- Observación directa

3.3.3. Objetivo específico 3

Desarrollar un modelo de gestión que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, región San Martín - 2022.

a) Actividades y tareas

- Identificación de variables relevantes
- Recopilación de datos históricos.
- Análisis exploratorio de datos.
- Desarrollo del modelo matemático
- Calibración y validación del modelo.
- Evaluación de la precisión y fiabilidad del modelo

b) Descripción del procedimiento

- Identificar las variables climáticas, aportes de fuentes contaminantes y condiciones hidrográficas que pueden afectar la calidad del agua del río Huallaga a lo largo del tiempo.
- Obtener datos históricos de la calidad del agua, variables climáticas y aportes de contaminantes en el río Huallaga de fuentes disponibles.
- Realizar un análisis exploratorio de los datos recolectados con el objetivo de reconocer tendencias, patrones y conexiones entre las variables.

- Diseñar y desarrollar un modelo matemático que integre las variables climáticas, aportes de contaminantes y condiciones hidrográficas para predecir la calidad del agua del río Huallaga.
- Calibrar y validar el modelo utilizando datos históricos independientes para asegurar su precisión y capacidad de predicción.
- Evaluar la precisión y fiabilidad del modelo mediante métricas de rendimiento y comparación con datos observados en el río Huallaga

c) Técnica de procedimiento y análisis de datos

- Búsqueda en bases de datos, registros oficiales, informes de monitoreo, etc.
- Uso de técnicas estadísticas descriptivas y gráficos para explorar los datos.
- Implementación de ecuaciones, algoritmos y modelos matemáticos específicos.
- Uso de métricas estadísticas como el error cuadrático medio (MSE) y coeficiente de determinación (R^2).

3.3.4. Objetivo específico 4

Validar el modelo de gestión propuesto que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín – 2022.

a) Actividades y tareas

- Búsqueda de especialistas
- Adaptación de fichas de verificación.
- Evaluación de cumplimiento

b) Descripción del procedimiento

- En la búsqueda de especialistas se seleccionará 05 expertos ambientalistas.
- Los expertos evalúan la propuesta teniendo en cuenta su experiencia y conocimiento

c) Técnica de procedimiento y análisis de datos

- En primer lugar, se inicia el proceso con la selección cuidadosa de un panel de expertos en el campo de la calidad del agua y la agricultura en la región San Martín. Estos expertos deben poseer un conocimiento profundo de la problemática local y regional relacionada con la calidad del agua y sus efectos en la agricultura.
- Luego, se presenta la propuesta de validación del modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga a estos expertos. La propuesta debe incluir detalles sobre la metodología, los parámetros evaluados y los estándares de calidad del agua que se deben cumplir para su uso en la agricultura restringida.
- Los expertos evalúan la propuesta teniendo en cuenta su experiencia y conocimiento. Pueden analizar la validez de los métodos de muestreo y análisis de datos, la

adecuación de los parámetros seleccionados y la relevancia de los estándares de calidad del agua propuestos en el contexto de la región.

- La retroalimentación de los expertos se recopila y analiza de manera sistemática. Los datos recopilados incluyen opiniones y recomendaciones específicas para mejorar la propuesta de validación del modelo de gestión de la calidad del agua.
- Finalmente, los datos de retroalimentación se someten a un análisis estadístico para identificar tendencias y patrones en las opiniones de los expertos. Estos resultados se utilizan para refinar y mejorar la propuesta original, asegurando que sea sólida y efectiva en la evaluación de la calidad del agua del río Huallaga para su uso en la agricultura restringida.

3.3.5. Objetivo específico 5

Identificar el nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga.

a) Actividades y tareas

- Revisión bibliográfica
- Identificación de fuentes de contaminación.
- Análisis de parámetros.
- Análisis de concentración de contaminantes.

b) Descripción del procedimiento

- Realizar una revisión exhaustiva de literatura científica, informes y datos relevantes sobre la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en el río Huallaga.
- Identificar los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el área del río Huallaga, como vertidos industriales, descargas de aguas residuales y actividades agrícolas y otros.
- Considerando las dimensiones de la variable se construirá un instrumento para recolectar datos.
- Validar el instrumento de recolección de datos mediante la técnica de juicios de expertos. Así mismo, realizar la confiabilidad del mismo mediante el índice de confiabilidad - Alfa de Cronbach.
- Se aplica el instrumento de recolección de datos a la muestra correspondiente

c) Técnica de procedimiento y análisis de datos

- Se utilizó el programa de Excel para un análisis descriptivo de los datos y el paquete estadístico SPSS Statistics v27 para calcular la confiabilidad del instrumento mediante el alfa de Cronbach.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se muestran los desenlaces logrados en el estudio sobre la propuesta de establecer un modelo para evaluar la calidad del agua del río Huallaga, con el propósito de su empleo en actividades agrícolas limitadas en San Martín donde se incluyen tablas y gráficos que ayudan a visualizar y comprender los descubrimientos de manera más efectiva. Asimismo, los resultados se estructuran de acuerdo con los objetivos específicos de la investigación y se analizan en relación con la hipótesis formulada. Posteriormente, se presentan las conclusiones generales que se han extraído de estos hallazgos.

4.1. Objetivo específico 1

Realizar un análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la región San Martín.

La tabla que se muestra a continuación sobre los resultados de monitoreo en 17 estaciones de muestreo (HUALL 20 y HUALL 36) en diferentes años (2017, 2018 y 2019) para diversas categorías y parámetros relacionados con la calidad del agua. Los parámetros incluyen Oxígeno Disuelto, pH, Conductividad, DBO5, Cloruros, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, Plomo, Zinc, Mercurio, y Coliformes Termotolerantes. Para cada parámetro, se presenta la concentración medida y se compara con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos.

Además, se muestra el número de parámetros que no cumplieron las normas en cada año, lo que permite una evaluación más precisa de la calidad del agua en los distintos lugares de muestreo. Los datos ofrecen una perspectiva completa de la calidad del agua en la región a lo largo del tiempo, lo que es fundamental para reconocer y gestionar posibles problemas medioambientales.

Tabla 10

"Resultados de las estaciones de muestreo"

ESTACIONES DE MUESTREO			HUALL 20			HUALL 21			
Categorías en estudio	Parámetros	ECA Categoría 3:D1	Unidad	2017	2018	2019	2017	2018	2019
				2do M	2do M	1er M	2do M	2do M	1er M
CATEGORIA A III	Oxígeno disuelto	≥ 4	m g/L	7.05	6.63	6.8	7.05	7.73	6.73
	pH	6.5 - 8.5	Un.pH	6.96	7.71	8.12	6.58	7.73	7.70
	Conductividad	2500	uS/cm	240.40	135.90	159.70	233.80	174.90	147.80
	DBO5	15	mgO ₅ /L	< 2	4	< 2	< 2	3	< 2
	Cloruros	500	m g/L	5.519	2.639	3.243	4.017	2.474	3.534
	Aluminio	5	m g/L	3.141	7.484	8.985	2.423	6.298	10.76
	Arsénico	0.1	m g/L	0.00248	0.00473	0.00503	0.00233	0.00438	0.00469
	Boro	1	m g/L	< 0.002	0.049	< 0.002	< 0.002	0.018	< 0.002
	Cadmio	0.01	m g/L	< 0.000	< 0.000	< 0.000	< 0.00001	< 0.000	< 0.000

Tabla 11
 “Resultados de las estaciones de muestreo”

ESTACIONES DE MUESTREO			HUALL 22			HUALL 23			
Categorías en estudio	Parámetros	ECA Categoría 3:D1	Unidad	2017	2018	2019	2017	2018	2019
				2do M	2do M	1er M	2do M	2do M	1er M
				Oxígeno disuelto	≥ 4	m g/L	6.48	6.49	6.88
pH	6.5 - 8.5	Un.pH	6.67	6.7	7.78	7.29	7.021	7.63	
Conductividad	2500	uS/cm	226.70	161.10	158.20	180.20	126.20	118.80	
DBO5	15	mgO5/L	< 2	4	3	< 2	< 2	< 2	
Cloruros	500	m g/L	3.395	2.126	2.783	2.138	1.803	1.666	
Aluminio	5	m g/L	3.623	7.603	5.193	7.719	0.921	6.034	
Arsénico	0.1	m g/L	0.00323	0.00497	0.00511	0.00470	0.00168	0.00497	
Boro	1	m g/L	< 0.002	0.018	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	
Cadmio	0.01	m g/L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	

CATEGORIA A III

Cobre	0.2	m g/ L	0.0058 2	0.0131	0.0117 9	0.0111 3	0.0043 8	0.0106 8
Hierro	5	m g/ L	4.521	9.503	7.686	9.292	1.624	8.025
Mangane so	0.2	m g/ L	0.1618 5	0.3192 3	0.2132 8	0.3459 3	0.1267 4	0.2871 0
Plomo	0.0 5	m g/ L	0.3335	0.0093	0.0063	0.0064	0.0028	0.0668
Zinc	2	m g/ L	0.0149	0.0425	0.0268	0.0425	0.0171	0.0310
Mercurio	0.0 01	m g/ L	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3
Coliformes termotoleran tes	2000 USO RESTRING IDO	NMP/10 mL	1.7E+0 3	5400		1.4 E+0 7	2400	4900
N° Parámetros que no cumplen			1	4	2	3	1	5
N° Total parámetros a evaluar			16	16	16	16	16	16
N° Datos que no cumplen los ECAS			1	4	2	3	1	5
N° Total de datos			16	16	16	16	16	16

Cobre	0.2	m g/ L	0.0059 7	0.0092 2	0.0175 1	0.0043 9	0.0130 1	0.0180 9
Hierro	5	m g/ L	4.441	7.263	13.56	4.146	10.13	14.49
Mangane so	0.2	m g/ L	0.1873 9	0.2063 9	0.3616 8	0.1499 9	0.3054 6	0.4194 3
Plomo	0.0 5	m g/ L	0.0037	0.0055	0.0080	0.0035	0.0096	0.0105
Zinc	2	m g/ L	0.0180	0.0342	0.0396	< 0.0100	0.0437	0.0453
Mercurio	0.0 01	m g/ L	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3	< 0.0000 3
Coliformes termotoleran tes	2000 USO RESTRING IDO	NMP/10 mL	2.8E+0 3	1700 0	3300	1.7 E+0 4	3500	1700 0
N° Parámetros que no cumplen			1	4	4	2	4	4
N° Total parámetros a evaluar			16	16	16	16	16	16
N° Datos que no cumplen los ECAS			1	4	4	2	4	4
N° Total de datos			16	16	16	16	16	16

Tabla 13

"Resultados de las estaciones de muestreo"

ESTACIONES DE MUESTREO			HUALL 26			HUALL 27			
Categorías en estudio	Parámetros	ECA Categoría 3:D1	Unidad	2017	2018	2019	2017	2018	2019
				2do M	2do M	1er M	2do M	2do M	1er M
CATEGORIA A III	Oxígeno disuelto	≥ 4	m g/L	5.43	6.67	6.42	7.50	7.51	7.40
	pH	6.5 - 8.5	Un.pH	7.23	8.32	8.33	6.50	7.69	7.66
	Conductividad	250	uS/cm	220.10	188.60	202.90	151.30	219.20	195.10
	DBO5	15	mgO5/L	< 2	< 2	< 2	2	9	< 2
	Cloruros	500	m g/L	6.087	12.23	1'0.85	8.152	14.9	8.653
	Aluminio	5	m g/L	19.99	11.62	2.119	7.862	1.317	10.12
	Arsénico	0.1	m g/L	0.3171	0.00642	0.00277	0.1424	0.00158	0.00711
	Boro	1	m g/L	0.00046	< 0.002	< 0.002	0.00001	< 0.002	< 0.002
	Cadmio	0.01	m g/L	0.00046	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001

Cobre	0.2	m g/ L	0.03725	0.01754	0.00630	0.01260	0.00065	0.01641
Hierro	5	m g/ L	30.31	14.89	3.100	9.673	1.857	12.75
Mangane so	0.2	m g/ L	0.9576	0.43000	0.19482	0.34638	0.13890	0.35318
Plomo	0.0 5	m g/ L	0.0217	0.0100	0.0052	0.0079	0.0035	0.0107
Zinc	2	m g/ L	0.0905	0.0431	0.0158	0.0366	< 0.0100	0.0504
Mercurio	0.0 01	m g/ L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Coliformes termotoleran tes	2000 USO RESTRING IDO	NMP/10 mL	2.2E+0 3	1400	1300	3.5 E+0 3	4600	1300
N° Parámetros que no cumplen			4	3	1	5	1	3
N° Total parámetros a evaluar			16	16	16	16	16	16
N° Datos que no cumplen los ECAS			4	3	1	5	1	3
N° Total de datos			16	16	16	16	16	16

Tabla 14

"Resultados de las estaciones de muestreo"

ESTACIONES DE MUESTREO			HUALL 28			HUALL 29			
Categorías en estudio	Parámetros	ECA Categoría 3:D1	Unidad	2017	2018	2019	2017	2018	2019
				2do M	2do M	1er M	2do M	2do M	1er M
CATEGORIA A III	Oxígeno disuelto	≥ 4	m g/L	7.44	7.67	7.58	7.2	7.44	6.97
	pH	6.5 - 8.5	Un.pH	6.54	7.77	8.05	6.50	8.12	8.03
	Conductividad	250	uS/cm	167.60	161.20	180.40	-	186.4	188.00
	DBO5	15	mgO5/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2
	Cloruros	500	m g/L	7.215	5.807	6.250	9.824	7.484	6.704
	Aluminio	5	m g/L	10.33	17.46	8.626	6.276	14.61	17.15
	Arsénico	0.1	m g/L	0.1711	0.01394	0.00516	0.1101	0.01055	0.00805
	Boro	1	m g/L	0.00001	< 0.002	< 0.002	0.00001	0.007	< 0.002
	Cadmio	0.01	m g/L	< 0.00001	0.00094	< 0.00001	< 0.00001	0.00063	< 0.00001

Cobre	0.2	m g/ L	0.01961	0.03489	0.01363	0.0813	0.02799	0.02289
Hierro	5	m g/ L	14.09	21.52	10.39	5.873	17.16	18.57
Mangane so	0.2	m g/ L	0.45408	1.379	0.32754	0.29343	1.073	0.6003
Plomo	0.0 5	m g/ L	0.0117	0.0800	0.0110	0.0063	0.0576	0.0157
Zinc	2	m g/ L	0.0322	0.1621	0.0382	0.0262	0.1337	0.0855
Mercurio	0.0 01	m g/ L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Coliformes termotoleran tes	2000 USO RESTRING IDO	NMP/10 mL	4.6E+03	7000	4600		4600	
N° Parámetros que no cumplen			5	5	4	0	5	3
N° Total parámetros a evaluar			16	16	16	16	16	16
N° Datos que no cumplen los ECAS			5	5	4	0	5	3
N° Total de datos			16	16	16	16	16	16

Tabla 15

"Resultados de las estaciones de muestreo"

ESTACIONES DE MUESTREO			HUALL 30			HUALL 31			
Categorías en estudio	Parámetros	ECA Categoría 3:D1	Unidad	2017	2018	2019	2017	2018	2019
				2do M	2do M	1er M	2do M	2do M	1er M
CATEGORIA A III	Oxígeno disuelto	≥ 4	m g/L	7.12	6.79	7.07	7.17	6.26	7.54
	pH	6.5 - 8.5	Un.pH	6.80	7.51	7.96	7.05	7.08	8.28
	Conductividad	250	uS/cm	–	173.6	184.9	–	184.30	188.30
	DBO5	15	mgO5/L	2	2	< 2	2	2	< 2
	Cloruros	500	m g/L	7.894	6.730	8.439	8.147	6.061	8.168
	Aluminio	5	m g/L	16.72	17.62	12.04	18.64	16.12	9,941
	Arsénico	0.1	m g/L	0.2874	0.00783	0.00599	0.2939	0.00617	0.00566
	Boro	1	m g/L		0.003	0.006	0.00001	< 0.002	< 0.002
	Cadmio	0.01	m g/L	< 0.00001	< 0.00001	<0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
	Cobre	0.2	m	0.02576	0.02291	0.02015	0.02705	0.01926	0.01626

		g/ L							
Hierro	5	m g/ L	18.29	18.78	15.81	19.71	16.44	13.20	
Mangane so	0.2	m g/ L	0.8946	0.7557	0.42788	0.9256	0.6509	0.37470	
Plomo	0.0 5	m g/ L	0.0174	0.0174	0.0119	0.0191	0.0156	0.0103	
Zinc	2	m g/ L	0.0690	0.0701	0.0464	0.3794	0.0724	0.0398	
Mercurio	0.0 01	m g/ L	< 0.00003	< 0.00003	<0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	
Coliformes termotoleran tes	2000 USO RESTRING IDO	NMP/10 mL			3500		2200	2400	
N° Parámetros que no cumplen			4	3	4	4	4	4	
N° Total parámetros a evaluar			16	16	16	16	16	16	
N° Datos que no cumplen los ECAS			4	3	4	4	4	4	
N° Total de datos			16	16	16	16	16	16	

Tabla 16

"Resultados de las estaciones de muestreo"

ESTACIONES DE MUESTREO			HUALL 32			HUALL 33			
Categorías en estudio	Parámetros	ECA Categoría 3:D1	Unidad	2017	2018	2019	2017	2018	2019
				2do M	2do M	1er M	2do M	2do M	1er M
CATEGORIA A III	Oxígeno disuelto	≥ 4	m g/L	7.9	-	6.84	7.07	-	7.57
	pH	6.5 - 8.5	Un.pH	8.22	7.73	8.42	8.50	7.72	8.47
	Conductividad	250	uS/cm	514.70	155.12	176.20	100.70	155.00	176.80
	DBO5	15	mgO5/L	< 2	2	< 2	< 2	3	< 2
	Cloruros	500	m g/L	45.15	5.485	8.618	9.775	5.671	9.207
	Aluminio	5	m g/L	12.13	21.13	6.83	14.12	21.5	5.341
	Arsénico	0.1	m g/L	0.00452	0.00782	0.00451	0.00518	0.00733	0.00368
	Boro	1	m g/L	< 0.002	0.01	< 0.002	< 0.002	0.004	< 0.002
	Cadmio	0.01	m g/L	0.00046	< 0.00001	< 0.00001	0.00061	< 0.00001	< 0.00001
	Cobre	0.2	m	0.02078	0.02372	0.01908	0.02426	0.012468	0.01186

		g/ L							
Hierro	5	m g/ L	11.68	23.02	8.525	14.05	21.67	6.512	
Mangane so	0.2	m g/ L	0.6666	0.7984	0.36035	0.8101	0.8373	0.36241	
Plomo	0.0 5	m g/ L	0.0152	0.0189	0.0073	0.0183	0.0203	0.0078	
Zinc	2	m g/ L	0.0887	0.087	0.0417	0.0767	0.1002	0.0361	
Mercurio	0.0 01	m g/ L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	
Coliformes termotoleran tes	2000 USO RESTRING IDO	NMP/10 mL	7.0E+03			7.0E+ 03	2200		
	N° Parámetros que no cumplen		4	3	3	4	4	3	
	N° Total parámetros a evaluar		16	16	16	16	16	16	
	N° Datos que no cumplen los ECAS		4	3	3	4	4	3	
	N° Total de datos		16	16	16	16	16	16	

Cobre	0.2	L m g/ L	0.00306	0.01485	0.01039	0.0027	0.01519	0.01325
Hierro	5	L m g/ L	3.236	14.00	6.487	3.223	12.45	7.081
Mangan eso	0.2	L m g/ L	0.1414	0.6282	0.29334	0.1354	0.6536	0.27718
Plomo	0.0 5	L m g/ L	0.0028	0.0141	0.006	0.0026	0.0122	0.0066
Zinc	2	L m g/ L	0.0230	0.1082	0.0320	< 0.0100	0.0579	0.0406
Mercuri o	0.0 01	L m g/ L	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Coliformes termotolera ntes	2000 USO RESTRIN GIDO	NMP/10 mL	1.7E+03	2800	3300	1.0E+04		
N° Parámetros que no cumplen			2	4	4	1	3	3
N° Total parámetros a evaluar			16	16	16	16	16	16
N° Datos que no cumplen los ECAS			2	4	4	1	3	3
N° Total de datos			16	16	16	16	16	16

Tabla 18
 “Resultados de las estaciones de muestreo”

Categorías en estudio	ESTACIONES DE MUESTREO			HUALL 36		
	Parámetros	ECA Categoría 3:D1	Unidad	NO 1	NO 2	NO 3
				2do M	2do M	1er M
CATEGORIA A III	Oxígeno disuelto	≥ 4	mg / L	6.47	0.73	5.72
	pH	6.5 - 8.5	Un.p H	7.54	6.90	7.80
	Conductividad	2500	uS/cm	94.16	229.90	234.5
	DBO5	15	mgO5/L	< 2	3	< 2
	Cloruros	500	mg / L	18.21	10.55	19.83
	Aluminio	5	mg / L	5.753	1.940	3.691
	Arsénico	0.1	mg / L	0.0026	0.00331	0.00318
	Boro	1	mg / L	< 0.002	0.032	< 0.002
	Cadmio	0.01	mg / L	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
	Cobre	0.2	mg / L	0.00376	0.00364	0.00575
	Hierro	5	mg / L	4.815	2.530	4.333
	Manganeso	0.2	mg / L	0.2186	0.41796	0.27665
	Plomo	0.05	mg / L	0.0052	0.0021	0.0036
	Zinc	2	mg / L	0.0034	0.1075	0.0247
	Mercurio	0.0	m	< 0.00003	<	< 0.00003

	01	g / L	0.00003	
Coliformes termotolera ntes	2000 USO RESTRIN GIDO	NMP/10 mL	22000	11000
	N° Parámetros que no cumplen		3	3
	N° Total parámetros a evaluar		16	16
	N° Datos que no cumplen los ECAS		3	3
	N° Total de datos		16	16

Tabla 19*“Análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga en San Martín”*

PRUEBA	AÑO	N° Parámetros que no cumplen	N° Total de datos
HUAL 20	2017	0	16
HUAL 20	2018	4	16
HUAL 20	2019	4	16
HUAL 21	2017	1	16
HUAL 21	2018	4	16
HUAL 21	2019	4	16
HUAL 22	2017	1	16
HUAL 22	2018	4	16
HUAL 22	2019	2	16
HUAL 23	2017	3	16
HUAL 23	2018	1	16
HUAL 23	2019	5	16
HUAL 24	2017	1	16
HUAL 24	2018	4	16
HUAL 24	2019	4	16
HUAL 25	2017	2	16
HUAL 25	2018	4	16
HUAL 25	2019	4	16
HUAL 26	2017	4	16
HUAL 26	2018	3	16
HUAL 26	2019	1	16
HUAL 27	2017	5	16
HUAL 27	2018	1	16
HUAL 27	2019	3	16
HUAL 28	2017	5	16
HUAL 28	2018	5	16
HUAL 28	2019	4	16
HUAL 29	2017	0	16
HUAL 29	2018	5	16
HUAL 29	2019	3	16
HUAL 30	2017	4	16
HUAL 30	2018	3	16
HUAL 30	2019	4	16
HUAL 31	2017	4	16
HUAL 31	2018	4	16
HUAL 31	2019	4	16
HUAL 32	2017	4	16
HUAL 32	2018	3	16
HUAL 32	2019	3	16

HUAL 33	2017	4	16
HUAL 33	2018	4	16
HUAL 33	2019	3	16
HUAL 34	2017	2	16
HUAL 34	2018	4	16
HUAL 34	2019	4	16
HUAL 35	2017	1	16
HUAL 35	2018	3	16
HUAL 35	2019	3	16
HUAL 36	2017	3	16
HUAL 36	2018	3	16
HUAL 36	2019	2	16

Fuente: Datos propios de la investigación

Interpretación:

En las tablas 19 se proporciona los resultados detallados del análisis de la calidad del agua en el río Huallaga en la Región San Martín en la categoría 3D 1, específicamente en el agua para riego restringido. Los datos se seleccionaron 17 estaciones de muestreo correspondientes a los años 2017, 2018 y 2019.

La comparación de los resultados obtenidos en la tabla que presenta el monitoreo en 17 estaciones de muestreo en diferentes años con los hallazgos de Vázquez-Ochoa et al. (2021) proporciona una perspectiva valiosa sobre la calidad del agua en la región. Los parámetros evaluados en ambas investigaciones, como la concentración de oxígeno disuelto, pH, conductividad, DBO5, cloruros, metales como aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo, zinc, mercurio, y coliformes termotolerantes, permiten un análisis exhaustivo de la salud del agua en diferentes ubicaciones y momentos.

Los resultados de la tabla revelan la concentración medida de cada parámetro y comparan estos valores con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos, proporcionando una evaluación detallada de cuántos parámetros no cumplen con los estándares en cada año. Esta información es crucial para identificar y abordar posibles problemas ambientales, brindando una visión integral de la calidad del agua a lo largo del tiempo.

En comparación con los hallazgos de Vázquez-Ochoa et al. (2021), donde se enfocaron en medir la demanda de oxígeno bioquímico, la demanda química de oxígeno, la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura en la cuenca del río Soto la Marina, se observa una complementariedad en los enfoques. La conclusión de que las cantidades de elementos contaminantes evaluados aumentaron en la represa Vicente Guerrero y la mayor sensibilidad en su variación estacional durante la temporada de sequía ofrece información valiosa para entender las dinámicas específicas de la región.

Ambas investigaciones contribuyen a la comprensión integral de la calidad del agua en la región, permitiendo la identificación de patrones estacionales, la detección de cambios a lo largo del tiempo y la evaluación de riesgos potenciales para el medio ambiente acuático. La integración de estos resultados puede ser esencial para el diseño de estrategias de gestión y políticas ambientales destinadas a mejorar y mantener la salud del recurso hídrico en la región.

4.2. Objetivo específico 2

Describir el incumplimiento de parámetros por años y estación de muestro

Tabla 20

Número de parámetros que no cumplen

Parámetros	2017	2018	2019	TOTAL	%
Oxígeno disuelto	0	1	0	1	0.6%
pH	2	0	0	2	1.3%
Aluminio	8	14	16	38	23.8%
Arsénico	5	0	0	5	3.1%
Hierro	8	14	15	37	23.1%
Manganeso	9	15	15	39	24.4%
Plomo	0	2	1	3	1.9%
Coliformes termotolerantes	12	13	10	35	21.9%
PROMEDIO	5.5	7.375	7.125		
TOTAL	44	59	57	160	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación

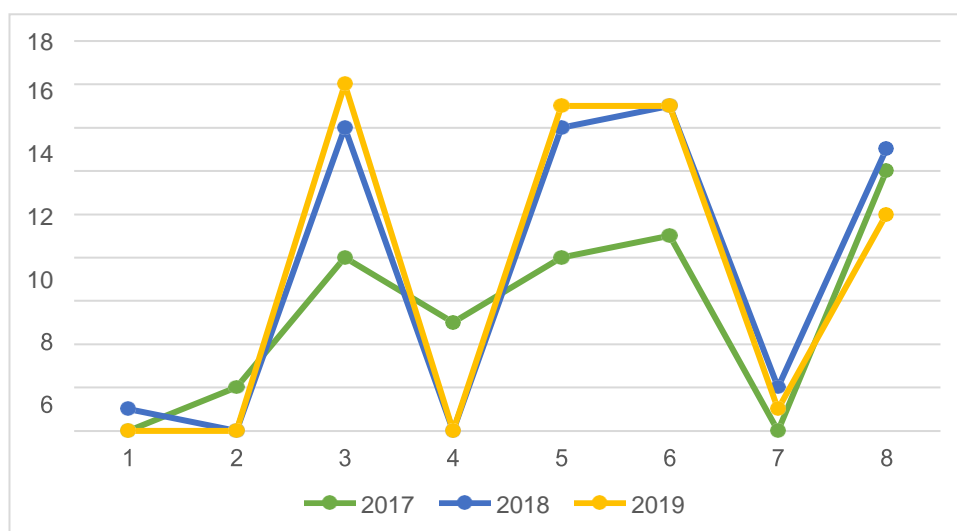


Figura 2

Número de parámetros que no cumplen por año

Interpretación:

Además, en la tabla 20 es el recuento de parámetros que no cumplen, totalizando 44 parámetros que no cumplen para las 17 estaciones de muestreo en el año 2017. Mientras que, para el 2018 se evidenció 59 parámetros que no cumplen para las 17 estaciones de muestreo y finalmente 57 parámetros que no cumplen para el año 2019. Es importante resaltar los parámetros de los metales tóxicos como el manganeso, aluminio y hierro se encontró en un 24.4%, 23.1% y 23.1% respectivamente. Los coliformes termotolerantes y el aluminio se encontraron presentes en las 17 estaciones de muestreo representan a un 19.8%. Además, el parámetro de Arsénico se encontró en estaciones de muestreo en el año 2017 correspondiendo al 3.1%. También, el parámetro de Plomo se encontró en 3 estaciones de muestreo equivalente al 1.9%. Asimismo, el parámetro de PH fue evidente en 2 estaciones de muestreo en el año 2018, representando al 1.3%. Finalmente, el parámetro de Oxígeno disuelto estuvo presente en 1 estaciones de muestreo en el año 2018 representando el 0.6%.

Además, el promedio de 10.71 por estación de muestreo con parámetros no conformes refuerza la idea de que la calidad del agua es un tema de preocupación en esta región. La tabla 8 arroja un total de 160 parámetros fuera de los estándares en las 17 estaciones de muestreo, lo que es una cifra alarmante y subraya la urgencia de abordar este problema.

Es importante destacar que los parámetros de coliformes termotolerantes, manganeso y aluminio se encontraron presentes en todas las estaciones de muestreo, representando un 19.8% cada uno del total de parámetros no conformes. Estos elementos son conocidos por su impacto negativo en la salud humana y en los ecosistemas acuáticos.

En la figura 2 se refleja los parámetros de mayor incumplimiento del número de parámetros que no cumplen por año. Así mismo podemos evidenciar el comportamiento del no cumplimiento de los parámetros de la calidad del agua para los años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados obtenidos en el presente estudio revelan una preocupante tendencia en la calidad del agua en las 17 estaciones de muestreo a lo largo de los años 2017, 2018 y 2019. El recuento de parámetros que no cumplen los estándares establecidos muestra un aumento de 44 en 2017 a 59 en 2018, disminuyendo ligeramente a 57 en 2019. Esta progresión indica una persistente problemática en la calidad del agua en la región, lo que es respaldado por el promedio de 10.71 parámetros no conformes por estación de muestreo.

Es relevante destacar que los metales tóxicos, como el manganeso, aluminio y hierro, constituyen una proporción significativa de los parámetros que no cumplen, representando el 24.4%, 23.1% y 23.1%, respectivamente. La presencia constante de coliformes

termotolerantes y aluminio en las 17 estaciones de muestreo, que suman un 19.8%, subraya la gravedad de la situación.

Comparando estos resultados con la investigación de Díaz (2018), se observan coincidencias y discrepancias. Ambos estudios confirman que la calidad del agua, especialmente durante la temporada de verano, no satisface los estándares de calidad ambiental. Los parámetros fisicoquímicos, como pH, conductividad eléctrica y temperatura, cumplen con los estándares, lo que concuerda con los hallazgos de Díaz. Sin embargo, el presente estudio destaca problemas adicionales, como la presencia de metales tóxicos y otros parámetros fuera de los límites establecidos.

El número alarmante de 160 parámetros fuera de estándar en las 17 estaciones de muestreo, según la tabla 8, enfatiza la urgencia de abordar esta problemática para preservar la calidad del agua en la región. La discrepancia en los resultados subraya la complejidad de la gestión del agua y destaca la necesidad de un enfoque integral que considere diversos parámetros para garantizar la seguridad del suministro hídrico.

4.3. Objetivo específico 3

Desarrollar un modelo de gestión que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, región San Martín – 2022.

Tabla 21

Identificación de variables y coeficientes de los parámetros

Variables	Coeficientes	Parámetros	ECA - Niveles
X1j	b ₁	Oxígeno disuelto	≥ 4
X2j	b ₂	pH	6.5-8.5
X3j	b ₃	Conductividad	2500
X4j	b ₄	DBO5	15
X5j	b ₅	Cloruros	500
X6j	b ₆	Aluminio	5
X7j	b ₇	Arsénico	0,1
X8j	b ₈	Boro	1
X9j	b ₉	Cadmio	0,01
X10j	b ₁₀	Cobre	0,2
X11j	b ₁₁	Hierro	5
X12j	b ₁₂	Manganeso	0,2
X13j	b ₁₃	Plomo	0,05
X14j	b ₁₄	Zinc	2
X15j	b ₁₅	Mercurio	0,001
X16j	b ₁₆	Coliformes termotolerantes	2000 USO RESTRINGIDO

Fuente: Datos propios de la investigación

Interpretación

En la tabla anterior se visualiza la codificación de los parámetros identificados como variables X_{ij} con sus respectivos coeficientes b_{ij} . Para la identificación del modelo se debe hacer mención que cada parámetro es independiente del modelo, ya que consta con sus respectivos niveles de tolerancia, y el análisis interpretativo se debe realizar en forma particular según estación de muestreo y tiempo; al querer determinar un modelo de pronóstico para la calidad del agua en estudio, se debe realizar como modelo independiente por parámetro; sin embargo, al tratar de especificar un modelo que reúna todos los parámetros en estudio quedaría como una notación matemática, el modelo matemático teórico propuesto es el siguiente:

$$\text{Modelo: } Y_j = b_1X_{1j} + b_2X_{2j} + \dots + b_{15}X_{15j} + b_{16}X_{16j} + U_j$$

Donde:

Y_j = Calidad de agua esperada

U_j = Error esperado

4.4. Objetivo específico 4

Validar el modelo de gestión propuesto que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.

Los resultados de la validación de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín – 2022 fue exitosa; debido a las puntuaciones obtenidas por los expertos. *Ver anexo 06*. Estas puntuaciones varían entre 76 y 79 puntos, con un promedio de 77.4 corroborando la validez tanto teórica como práctica del modelo, respaldando su aplicabilidad efectiva en la gestión de la calidad del agua del río Huallaga destinada a usos agrícolas restringidos en la región San Martín.

Los resultados de la validación del modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga, diseñado específicamente para su uso agrícola de riego restringido en la región San Martín, son muy favorables, ya que ha recibido puntuaciones cercanas a los 80 puntos por parte de expertos reconocidos. Este respaldo positivo confirma tanto la eficacia teórica como práctica del modelo de gestión, sugiriendo su potencial aplicación exitosa. La validación satisfactoria respalda la propuesta del modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para su uso agrícola restringido en San Martín, año 2022.

4.5. Objetivo específico 5

Identificar el nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga.

Tabla 22

Escala de medición para los procesos agrícolas

ESCALA	RANGO
Bajo	16 a 37
Medio	38 a 58
Alto	59 a 80

Fuente: Datos propios de la investigación.

Tabla 23

Los procesos agrícolas en su dimensión agroquímicos

Dimensión	Escala	N°	%
Agroquímicos	Bajo	11	8.0%
	Medio	46	33.6%
	Alto	80	58.4%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

Interpretación

En la Tabla 23 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión de agroquímicos en la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel Alto, con la participación predominante de 80 productores que representa el 58.4% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio que agrupa a 46 productores, equivalente al 33.6%, y finalmente, un nivel Bajo, al que pertenecen 11 productores, equivalente al 8.0%. Esta predominancia del nivel Alto revela un mayor uso de herbicidas, fertilizantes y pesticidas por parte de los agricultores, en sus esfuerzos por gestionar malezas, enriquecer nutrientes y controlar plagas en sus cultivos.

Tabla 24

Los procesos agrícolas en su dimensión erosión del suelo

Dimensión	Escala	N°	%
Erosión del suelo	Bajo	82	59.9%
	Medio	42	30.7%
	Alto	13	9.5%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

Interpretación

En la Tabla 24 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión erosión del suelo en la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel bajo,

con la participación predominante de 82 productores que representa el 59.9% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio que agrupa a 42 productores, equivalente al 30.7%, y finalmente, un nivel Alto, al que pertenecen 13 productores, equivalente al 9.5%. Esta predominancia del nivel Bajo evidencia la inexistencia de técnicas como el uso de parcelas reforestadas cercanas a sus cultivos como cobertura vegetal.

Tabla 25

Los procesos agrícolas en su dimensión escorrentía de nutrientes.

Dimensión	Escala	N°	%
Escorrentía de nutrientes	Bajo	88	64.2%
	Medio	28	20.4%
	Alto	21	15.3%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

Interpretación

En la Tabla 25 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión escorrentía de nutrientes en la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel bajo, con la participación predominante de 88 productores que representa el 64.2% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio, que agrupa a 28 productores, equivalente al 20.4%, y finalmente, un nivel Alto, al que pertenecen 21 productores, equivalente al 15.3%. Esta predominancia del nivel Bajo evidencia la inexistencia de técnicas para evitar la escorrentía de nutrientes hacia las fuentes de aguas cercanas y en algunos casos hasta presencia de vegetación en ellas por la riqueza de minerales.

Tabla 26

Los procesos agrícolas en su dimensión contaminación orgánica.

Dimensión	Escala	N°	%
Contaminación orgánica	Bajo	10	7.3%
	Medio	28	20.4%
	Alto	99	72.3%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

Interpretación

En la Tabla 26 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión contaminación orgánica en la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel Alto, con la participación predominante de 99 productores que representa el 72.3% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio que agrupa a 28 productores, equivalente al 20.4%, y finalmente, un nivel Bajo, al que pertenecen 10 productores, equivalente al 7.3%. Esta predominancia del nivel Alto evidencia que los agricultores llevan a sus animales a las orillas de las quebradas o río para proporcionarles agua y además algunos

no poseen un sistema de alcantarillado, por lo que existe contaminación del agua por estas causales.

Tabla 27

Los procesos agrícolas en su dimensión manejo inadecuado de residuos.

Dimensión	Escala	N°	%
Manejo inadecuado de residuos	Bajo	40	29.2%
	Medio	42	30.7%
	Alto	55	40.1%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

Interpretación

En la Tabla 27 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión manejo inadecuado de residuos en la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel Alto, con la participación predominante de 55 productores que representa el 40.1% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio que agrupa a 42 productores, equivalente al 30.7%, y finalmente, un nivel Bajo, al que pertenecen 40 productores, equivalente al 29.2%. Esta predominancia del nivel Alto evidencia que los agricultores no utilizan espacios adecuados para reciclar los envases de productos químicos agrícolas y tampoco separan los residuos sólidos como papel, cartón, plástico, vidrio y metal provocando la existencia de contaminantes en el agua por tales causales.

Tabla 28

Los procesos agrícolas en su dimensión cambios en el uso del suelo.

Dimensión	Escala	N°	%
Cambios en el uso del suelo	Bajo	64	46.7%
	Medio	37	27.0%
	Alto	36	26.3%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

Interpretación

En la Tabla 28 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión cambios en el uso del suelo en la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel Bajo, con la participación predominante de 64 productores que representa el 46.7% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio que agrupa a 37 productores, equivalente al 27.0%, y finalmente, un nivel Alto, al que pertenecen 36 productores, equivalente al 26.3%. Esta predominancia del nivel Bajo evidencia que los agricultores no poseen normativas comunitarias o medidas de mitigación para reducir los impactos negativos de la deforestación y la conversión de áreas naturales en tierras agrícolas.

Tabla 29*Los procesos agrícolas en su dimensión desarrollo de plagas resistentes.*

Dimensión	Escala	N°	%
Desarrollo de plagas resistentes	Bajo	23	16.8%
	Medio	40	29.2%
	Alto	74	54.0%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

Interpretación

En la Tabla 29 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión desarrollo de plagas resistentes en la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel Alto, con la participación predominante de 74 productores que representa el 54.0% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio que agrupa a 40 productores, equivalente al 29.2%, y finalmente, un nivel Bajo, al que pertenecen 23 productores, equivalente al 16.8%. Esta predominancia del nivel Alto evidencia que los agricultores utilizan pesticidas de manera frecuente para contrarrestar plagas resistentes mediante la aplicación de sobredosis de agroquímicos.

Tabla 30*Los procesos agrícolas en su dimensión falta de conciencia y educación.*

Dimensión	Escala	N°	%
Falta de conciencia y educación	Bajo	85	62.0%
	Medio	25	18.2%
	Alto	27	19.7%
	Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

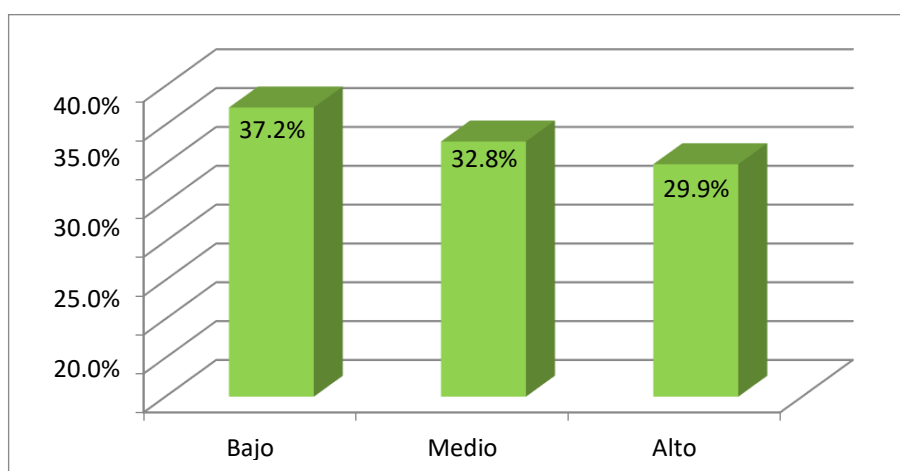
Interpretación

En la Tabla 30 se presentan los niveles de afectación de los procesos agrícolas en la dimensión falta de conciencia y educación sobre la calidad del agua del río Huallaga. Destacando el nivel Bajo, con la participación predominante de 85 productores que representa el 62.0% del total de encuestados. Además, se identifica un nivel Medio que agrupa a 25 productores, equivalente al 18.2%, y finalmente, un nivel Alto, al que pertenecen 27 productores, equivalente al 19.7%. Esta predominancia del nivel Bajo evidencia que no recibe talleres o charlas sobre los principales factores contaminación que afectan la calidad del agua, incluso que no asisten a las capacitaciones de manejos adecuados de agroquímicos en los suelos agrícolas.

Tabla 31*Nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua.*

Escala	N°	%
Bajo	51	37.2%
Medio	45	32.8%
Alto	41	29.9%
Total	137	100.0%

Fuente: Datos propios de la investigación.

**Figura 3**

Nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua

Interpretación

En la tabla 31 y figura 3 se muestran los niveles de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua. Destacando la cercanía de los tres niveles, el nivel Bajo con el 37.2% del total de encuestados, el nivel Medio con un 32.8% y un nivel Alto con un 29.9%. Destacando que la importancia de manejar correctamente y de manera responsable cada uno de procesos agrícolas porque de una u otra manera afectan la calidad del agua.

Similar a este estudio, los autores Ortiz Vega et al. (2019), quienes mediante una escala de medición Muy Buena, Buena, Riesgosa y Altamente Riesgosa, analizaron la idoneidad del agua del río para fines agrícolas basándose en parámetros como el pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos (SE), correlación de adsorción de sodio (RAS) y el coeficiente de saturación de sodio (CSR); resultando que ocho de ellas exhibieron una calidad que varió de buena a riesgosa, y una muestra con calidad riesgosa hasta altamente riesgosa. En relación a los valores de RAS, se anotó un promedio de 1.6, con un valor mínimo de 0.3 y un valor máximo de 4.4. En cuanto al CSR, el 97% del total de muestras fueron de buena calidad para su utilización en actividades agrícolas y el 3% estaban condicionadas. Mientras que en este estudio destacó el nivel Bajo con el 37.2% del total de encuestados, el nivel Medio con un 32.8% y un nivel Alto con un 29.9%, evidenciando la importancia de manejar correctamente

y de manera responsable cada uno de procesos agrícolas porque de una u otra manera afectan la calidad del agua.

4.6. Objetivo general

Objetivo general: Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en San Martín.

Representación gráfica

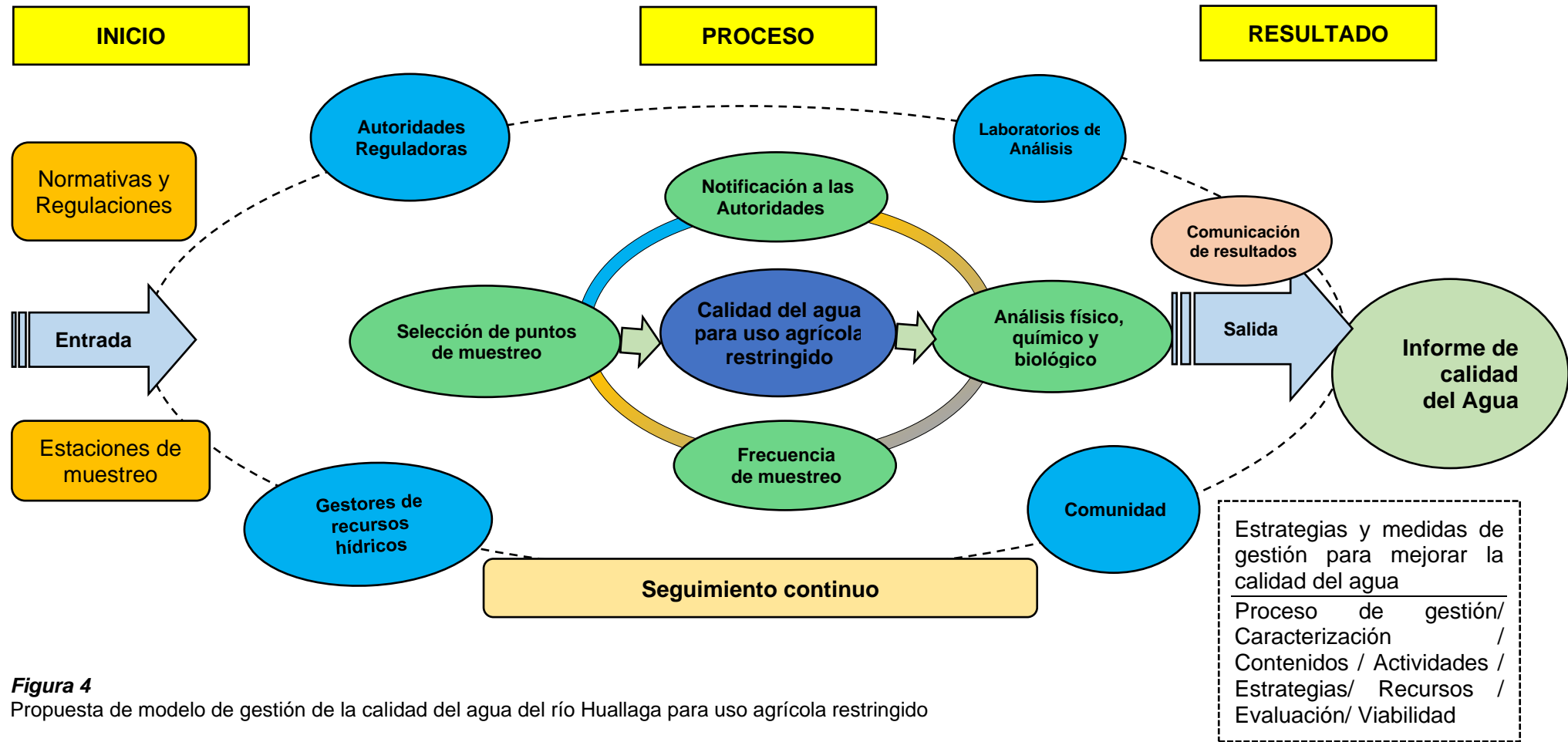


Figura 4
Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido

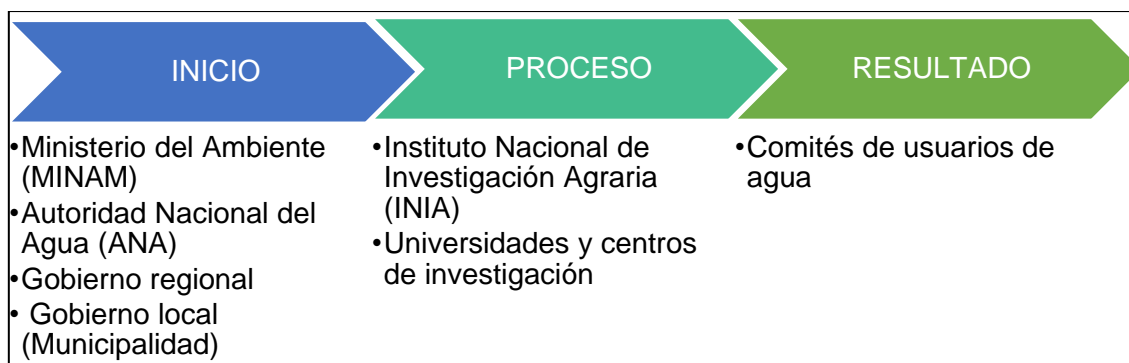


Figura 5

Instituciones involucradas en las etapas de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido

Fases de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua

Diseñar e implementar un modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido implica la participación de diversas instituciones en diferentes etapas del proceso.

- **Fase de INICIO**

Ministerio del Ambiente (MINAM): Esta institución podría liderar la iniciativa y establece los lineamientos generales para la gestión de la calidad del agua.

Autoridad Nacional del Agua (ANA): Esta es clave para el inicio del proyecto porque es la encargada de la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos.

Gobierno regional: La administración regional puede participar en la fase inicial para garantizar la coordinación con las autoridades locales y la implementación efectiva.

Gobierno local (Municipalidad): Participa en la implementación de medidas locales y regulaciones para proteger la calidad del agua.

- **Fase de PROCESO**

Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA): Está inmerso en la investigación de prácticas agrícolas sostenibles que minimicen la contaminación del agua.

Universidades y centros de investigación: Hace referencia a quienes colaboran con estudios científicos y monitoreo continuo de la calidad del agua.

- **Fase de RESULTADO**

Comités de usuarios de agua: Aquí pueden participar en la revisión y evaluación de los resultados, representando los intereses de los agricultores locales.

Tabla 32

Estrategias y medidas de gestión para mejorar la calidad del agua del río Huallaga y mitigar los impactos negativos en la actividad agrícola responsable de los recursos hídricos en la región San Martín.

Gestión de la calidad del agua	Acciones
Proceso de gestión	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificación de desafíos y prioridades ● Planificación estratégica ● Coordinación multidisciplinaria ● Monitoreo y evaluación continua
Caracterización	<ul style="list-style-type: none"> ● Enfoque holístico ● Participación de partes interesadas clave ● Adaptación a la realidad local
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> ● Educación sobre la calidad del agua ● Conciencia ambiental y salud ● Prevención de riesgos en la agricultura ● Promoción de prácticas sustentables ● Participación comunitaria y concienciación
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Talleres y presentaciones informativas ● Campañas de concientización y divulgación ● Talleres de capacitación en buenas prácticas agrícolas ● Ferias y exposiciones
Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> ● Integración multidisciplinaria ● Colaboración con expertos y organizaciones locales ● Aplicación de tecnologías avanzadas ● Educación y sensibilización ● Difusión comunitaria ● Monitoreo continuo y ajustes
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de expertos en recursos hídricos y medio ambiente. ● Instrumentos de prueba y análisis de calidad del agua. ● Tecnología de modelado y software especializado para la predicción de la calidad del agua. ● Acceso a datos históricos y actuales sobre el río Huallaga y su entorno. ● Colaboración y respaldo de instituciones gubernamentales y organizaciones ambientales. ● Participación activa de agricultores locales y comunidades ribereñas. ● Financiamiento para la ejecución y divulgación de la propuesta.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ● Supervisión constante de la ejecución del modelo y los logros alcanzados ● Recopilación sistemática de datos ● Realimentación activa ● Análisis de impacto y resultados ● Participación comunitaria ● Validación externa
Viabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificar fuentes de financiamiento sostenible ● Establecer colaboraciones estratégicas

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de modelo de gestión presentada destaca por su enfoque holístico al abordar diversos aspectos relacionados con la calidad del agua del río Huallaga, especialmente en el contexto de su uso restringido con fines agrícolas en la Región San Martín durante el año 2022. Esta metodología no se limita únicamente a la evaluación de parámetros fisicoquímicos del agua, sino que también considera aspectos biológicos y ambientales relevantes. Además, busca promover activamente prácticas agrícolas sostenibles que contribuyan al cuidado del recurso hídrico y a la seguridad alimentaria de la comunidad.

Asimismo, es importante resaltar que este enfoque no solo se centra en la calidad del agua en términos técnicos, sino que también se preocupa por los impactos socioeconómicos y la salud de las personas involucradas en la actividad agrícola, buscando siempre establecer un equilibrio entre la productividad agrícola y el entorno acuático y el bienestar general de los agricultores en las comunidades locales. Es especialmente relevante la colaboración activa de diversos actores en la ejecución de este modelo, como expertos en recursos hídricos, autoridades locales, agricultores, investigadores y organizaciones comunitarias. Ante ello, destacar la colaboración multidisciplinaria como esencial para desarrollar estrategias efectivas que aborden los desafíos de la calidad del agua en la agricultura restringida, y para generar un impacto positivo en la sustentabilidad ambiental y la seguridad alimentaria en San Martín.

Objetivo/propósito:

- El objetivo de esta propuesta de modelo de gestión es proporcionar una herramienta técnica y metodológica que permita comprender en profundidad la calidad del agua en el río y cómo esta calidad puede influir en la viabilidad y seguridad de su uso en actividades agrícolas específicas.

Proceso de gestión:

- Identificación de desafíos y prioridades: Identificación de los desafíos específicos relacionados con la calidad del agua del río Huallaga en el contexto de su uso agrícola restringido en la Región San Martín.
- Planificación estratégica: Desarrollo de un plan de acción integral basado en estrategias técnicas y actividades específicas que aborden los desafíos identificados en términos de la calidad del agua y su aplicación en la agricultura restringida.
- Coordinación multidisciplinaria: Coordinación activa de la implementación del plan, involucrando la participación colaborativa de diversos actores clave, como expertos en recursos hídricos, investigadores, autoridades locales, agricultores y organizaciones comunitarias.

- Monitoreo y evaluación continua: Establecimiento de un sistema de monitoreo constante para evaluar el progreso y los resultados del modelo de gestión de calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido. Esto permite realizar ajustes y mejoras basadas en los datos recopilados y en el análisis de los impactos observados.

Este proceso de gestión se alinea con la investigación "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín, 2022". Quien proporciona un marco estructurado para abordar de manera integral los desafíos específicos relacionados con la calidad del agua en el río y su relación con la agricultura en un contexto restringido. Asimismo, la colaboración activa de diversos actores, la planificación estratégica y el enfoque en el monitoreo continuo son elementos clave para el éxito de la propuesta y la mejora constante de sus resultados.

Caracterización de la propuesta:

- 1) Enfoque holístico: Abordar múltiples aspectos de la calidad del agua del río Huallaga, considerando tanto los parámetros físico-químicos como los biológicos y ambientales.
- 2) Participación de partes interesadas clave: Involucrar a expertos en recursos hídricos, autoridades locales, agricultores, investigadores y organizaciones comunitarias en la implementación del modelo.
- 3) Adaptación a la realidad local: Ajustar los enfoques y metodologías del modelo de acuerdo con las particularidades de la región San Martín, con especial atención a los desafíos y características propias de la zona.

Contenidos

- 1) Educación sobre la calidad del agua: Proporcionar información y conocimientos detallados sobre la calidad del agua del río Huallaga en el contexto de su uso agrícola restringido en San Martín como aspectos relacionados con la composición química, la presencia de contaminantes y los indicadores de seguridad.
- 2) Conciencia ambiental y salud: Promover una mayor comprensión de cómo la calidad del agua afecta directamente la seguridad alimentaria, la salud humana y el equilibrio ecológico. Destacar la importancia de tomar decisiones basadas en evidencia para preservar la salud en agricultores, consumidores y el entorno.
- 3) Prevención de riesgos en la agricultura: Identificar y comunicar los posibles riesgos asociados con el uso de agua del río Huallaga en actividades agrícolas restringidas. Proporcionar estrategias y pautas de mitigación para asegurar que la producción agrícola no comprometa la salud de los agricultores y consumidores.
- 4) Promoción de prácticas sustentables: Enseñar prácticas agrícolas responsables que ayuden a mantener y mejorar la calidad del agua del río Huallaga. Esto incluye técnicas

que minimizan la erosión del suelo, reducen la contaminación y optimizan el uso del agua en la agricultura.

- 5) Participación comunitaria y concienciación: Fomentar la colaboración entre agricultores, expertos en recursos hídricos y partes interesadas locales para abordar los desafíos de la calidad del agua en la agricultura restringida mediante la concientización sobre la responsabilidad compartida en la gestión sostenible de este recurso.

Actividades

- 1) Talleres y presentaciones informativas: Organizar sesiones de trabajo y presentaciones educativas dirigidas a agricultores, comunidades locales y partes interesadas, con el objetivo de impartir conocimientos detallados sobre la calidad del agua del río Huallaga y su pertinencia para un uso agrícola restringido en la Región San Martín.
- 2) Campañas de concientización y divulgación: Lanzar campañas que busquen aumentar la conciencia pública sobre la importancia de la calidad del agua en la agricultura restringida y cómo esto afecta la seguridad alimentaria y el medio ambiente. Uso de medios de comunicación locales y materiales visuales para llegar a un público amplio.
- 3) Talleres de capacitación en buenas prácticas agrícolas: Impartir talleres prácticos sobre cómo aplicar en la práctica recomendaciones y directrices para el uso agrícola restringido del agua del río Huallaga. Estos talleres enseñarán técnicas de cultivo que minimicen el impacto ambiental y aseguren la seguridad de los alimentos producidos.
- 4) Ferias y exposiciones: Organizar ferias y exposiciones que presenten las mejores prácticas agrícolas, tecnologías de riego eficiente y métodos de conservación del agua. Estos eventos brindarán oportunidades para interactuar con expertos y obtener información de manera práctica.

Estrategias

- 1) Integración multidisciplinaria: Integrar el análisis de la calidad del agua del río Huallaga en diversas áreas de estudio y enfoques investigativos, permitiendo la comprensión holística de su aptitud para uso agrícola restringido en San Martín.
- 2) Colaboración con expertos y organizaciones locales: Establecer alianzas con instituciones y expertos en recursos hídricos, agricultura y salud, fomentando la participación activa de actores clave en la evaluación y modelamiento de la calidad del agua y su impacto en la actividad agrícola.
- 3) Aplicación de tecnologías avanzadas: Utilizar herramientas tecnológicas, como sistemas de monitoreo en línea y sensores, para recopilar datos en tiempo real sobre la calidad del agua del río Huallaga y su evolución a lo largo del tiempo. Asimismo, emplear recursos

audiovisuales para difundir resultados y recomendaciones de manera accesible y comprensible para agricultores y comunidades.

- 4) Educación y sensibilización: Desarrollar materiales educativos y recursos visuales que expliquen de manera clara y concisa los resultados del modelamiento de la calidad del agua y sus implicaciones para el uso agrícola restringido. Asimismo, fomentar la comprensión de los agricultores y partes interesadas sobre los posibles beneficios y riesgos asociados.
- 5) Difusión comunitaria: Establecer espacios de intercambio de conocimientos y experiencias entre agricultores, expertos y la comunidad en general facilitando la comunicación de resultados, recomendaciones y buenas prácticas, promoviendo una toma de decisiones informada y colectiva.
- 6) Monitoreo continuo y ajustes: Establecer un sistema de monitoreo a largo plazo que permita evaluar la efectividad de las estrategias implementadas y realizar ajustes en función de la evolución de la calidad del agua y las necesidades de la comunidad agrícola.

Recursos

- 1) Equipo de expertos en recursos hídricos y medio ambiente.
- 2) Instrumentos de prueba y análisis de calidad del agua.
- 3) Tecnología de modelado y software especializado para la predicción de la calidad del agua.
- 4) Acceso a datos históricos y actuales sobre el río Huallaga y su entorno.
- 5) Colaboración y respaldo de instituciones gubernamentales y organizaciones ambientales.
- 6) Participación activa de agricultores locales y comunidades ribereñas.
- 7) Financiamiento para la ejecución y divulgación de la propuesta.

Evaluación

- 1) Supervisión constante de la ejecución del modelo y los logros alcanzados. Esto incluye un seguimiento periódico de las etapas de implementación y la medición de los resultados obtenidos en términos de la calidad del agua del río Huallaga para agricultura restringida en la Región San Martín.
- 2) Recopilación sistemática de datos sobre los cambios observados en la calidad del agua y su aptitud para el uso agrícola restringido. Esto involucra la medición y análisis de los parámetros establecidos en los indicadores ambientales desarrollados, permitiendo una evaluación precisa de la viabilidad y seguridad de la utilización del recurso hídrico en actividades agrícolas específicas.
- 3) Realimentación activa de los participantes y partes interesadas involucradas en el proceso de modelamiento. La información recopilada de los agricultores, expertos y

autoridades locales se usaron para mejorar y ajustar el modelo propuesto, optimizando su efectividad y adaptabilidad en el contexto de la Región San Martín.

- 4) Análisis de impacto y resultados: Evaluar cómo la implementación de las recomendaciones y directrices del modelo ha afectado la calidad del agua del río Huallaga y su idoneidad para el uso agrícola restringido. Esto implica la comparación de los datos obtenidos antes y después de la implementación, y la identificación de mejoras concretas logradas a lo largo del proceso.
- 5) Participación comunitaria: Evaluar el grado de involucramiento y participación de la comunidad local, agricultor y otros actores en la implementación del modelo. Medir su comprensión de los aspectos técnicos y su compromiso con las prácticas sostenibles de manejo del agua.
- 6) Validación externa: Considerar la revisión y validación de los resultados por parte de expertos y organizaciones especializadas en recursos hídricos y seguridad alimentaria, para asegurar la integridad y objetividad de la evaluación.

En conjunto, esta evaluación permitirá medir el impacto real de la propuesta de modelamiento en relación con la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, identificando logros y áreas de mejora, y asegurando la continuidad de un enfoque responsable y sostenible en la gestión de este recurso vital en la Región San Martín.

Viabilidad

- 1) Identificar fuentes de financiamiento sostenible: Investigar y definir fuentes de financiamiento que respalden la propuesta de modelo de gestión garantizando su viabilidad.
- 2) Establecer colaboraciones estratégicas: Forjar alianzas estratégicas con instituciones gubernamentales, organizaciones ambientales y expertos en recursos hídricos que puedan proporcionar asesoramiento técnico y apoyo en la ejecución del modelo.

Cabe recalcar la importancia de implementar una propuesta porque contribuye con la idoneidad del agua para un uso específico, como reducir el riesgo de contaminación y asegurar la sustentabilidad de las prácticas agrícolas. En otras palabras, la promoción de prácticas agrícolas seguras y responsables en el contexto del recurso hídrico pueden tener un impacto positivo en la salud al brindar a los agricultores información y conocimientos sobre la calidad del agua y su relación con la seguridad alimentaria, fomentando así la adopción de prácticas que minimicen la contaminación y que garanticen la producción de alimentos seguros. Este enfoque también contribuye a la prevención de riesgos en la agricultura al identificar posibles amenazas para la salud de los agricultores y consumidores.

Ante un resultado similar de la investigación, los autores Cerna-Cueva et al. (2022), quienes indicaron que la contaminación causada por pesticidas organoclorados, se observó que del 100% de las mediciones de clordano se excedieron los niveles establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). En cuanto a Endrín, Aldrín y DDT, se superó el ECA en el 40% (10/25) de las mediciones. En un 25,6% de las mediciones, se encontraron valores de pH fuera de los rangos recomendados, inclinándose hacia la alcalinidad. Respecto al manganeso, hierro y aluminio, se excedieron los límites establecidos en el ECA en un 17,7%, 13,3% y 11,2%, respectivamente-; evidenciando que las fuentes primordiales de pollution son los desechos líquidos derivados de labores agrícolas y urbanas, junto con la presencia de zonas problemáticas donde se acumulan desechos sólidos, ante tal problemática encajaría bien las estrategias y medidas de gestión para mejorar la calidad del agua del río Huallaga y mitigar los impactos negativos en la actividad agrícola responsable de los recursos hídricos.

CONCLUSIONES

Después de realizar los análisis y las discusiones correspondientes, se logró dar respuesta a las interrogantes del estudio, y los resultados emanados reflejan lo siguiente:

Se elaboró un modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga, diseñado específicamente para su aplicación en actividades agrícolas restringidas en la Región de San Martín, evidencia la eficacia de nuestra propuesta inicial. Al centrarnos en la formulación del modelo con el objetivo primordial de mejorar la gestión hídrica en el ámbito agrícola en San Martín. El presente trabajo representa un avance importante en la implementación de estrategias y medidas de gestión para mejorar la calidad del agua del río Huallaga y mitigar los impactos negativos en la actividad agrícola responsable de los recursos hídricos en la región San Martín.

En el análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga en la Región San Martín destaca variaciones significativas en parámetros cruciales para el uso agrícola restringido durante los años 2017-2019, evidenciándose la presencia consistente de un considerable número de parámetros que no cumplen con los estándares establecidos genera preocupación por posibles riesgos para la seguridad de los cultivos.

Se observa un incumplimiento significativo de diversos parámetros a lo largo de los años y estaciones de muestreo, resaltando el mínimo incumplimiento de oxígeno disuelto en 2018 y la variabilidad en el pH en 2017 y 2018. La presencia preocupante de aluminio, hierro y manganeso, especialmente en 2019, supera los límites establecidos. La detección de arsénico y plomo es más notable en 2017 y 2018, respectivamente, y los coliformes termotolerantes muestran un incumplimiento considerable en todos los años. En conjunto, esto contribuye a un aumento en el promedio anual de parámetros incumplidos, subrayando la urgencia de medidas correctivas.

Se concretó con la validación exitosa de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la Región San Martín, evidenciando que los resultados obtenidos del modelo de gestión de la calidad del agua son consistentes y se alinean con los datos reales demostrando que las estrategias y medidas propuestas son aplicables en el contexto real que posteriormente agrega valor al conocimiento existente sobre la calidad del agua y la agricultura restringida en la Región San Martín.

Los principales procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga según la percepción de los agricultores es el uso de productos químicos agrícolas de manera

frecuente como insecticidas, pesticidas, herbicidas y fertilizantes que son aplicados directamente a suelo agrícola aprovechando el riego y provocando la esorrentía de productos químicos hacia las quebradas y ríos; incluso al momento de lavar los equipos que tuvieron contacto con productos químicos agrícolas que no lo hacen adecuadamente. Por otro lado, están las descargas de aguas residuales, la acumulación de desechos sólidos y las prácticas mineras aledañas.

RECOMENDACIONES

- Implementación práctica y continua de la mano de las autoridades, agricultores y otras partes interesadas utilicen activamente este modelo para tomar decisiones informadas sobre el uso responsable del agua en la agricultura. Además, se sugiere que se mantenga y actualice regularmente este modelo en función de los cambios en la calidad del agua y las condiciones ambientales.
- Monitoreo constante de la calidad del agua con regulaciones más estrictas para el manejo de vertidos domésticos y la implementación de tratamientos de aguas residuales con la colaboración gubernamental, investigación científica y cumplimiento legal junto con incentivos para prácticas sostenibles abordando esta problemática que exige un enfoque holístico y que combine medidas preventivas y correctivas para asegurar la salud a largo plazo del río y su entorno.
- Adoptar prácticas agrícolas sostenibles para minimizar el uso de químicos y aplicación de manera responsable que involucre una gestión adecuada de los residuos agrícolas y la prevención de la escorrentía de productos químicos hacia el río o quebradas.
- Poner énfasis en esta propuesta de modelo de gestión de calidad del agua en el río Huallaga para uso agrícola restringido en San Martín, quien mediante su validación exitosa confirma su aplicabilidad y coherencia con datos reales respaldando estrategias de mejoramiento de la calidad del agua y prácticas agrícolas responsables.
- Promover prácticas agrícolas responsables para minimizar la exposición a contaminantes y asegurar alimentos seguros como el manejo de residuos y uso eficiente de recursos hídricos. Asimismo, una colaboración multidisciplinaria con expertos en recursos hídricos, investigadores, autoridades locales y organizaciones comunitarias. Es decir, mediante un enfoque colectivo, hacer una gestión sostenible de recursos hídricos y seguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1(36), 63–75. <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted63.75>
- Anthura. (2018). La influencia del pH en el cultivo. <https://www.anthura.nl/growing-advice/la-influencia-del-ph-en-el-cultivo/?lang=es&cookies=ok>
- Banco Mundial. (2019). El deterioro de la calidad del agua reduce en un tercio el crecimiento económico en algunos países, según el Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/08/20/worsening-water-quality-reducing-economic-growth-by-a-third-in-some-countries>
- Basile, P. A. (2018). Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales. In *Biomass Chem Eng*. <https://core.ac.uk/download/pdf/154323886.pdf>
- Bofill-Mas, S., Clemente-Casares, P., Albiñana-Giménez, N., Maluquer de Motes Porta, C., Hundesa Gonfa, A., & Girones Llop, R. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 253–269. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272005000200012>
- Bolaños-Alfaro, J. D., Cordero-Castro, G., & Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología En Marcha*, 30(4), 15. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Bosch, J. R. (1999). La calidad de las aguas. In *Revista de Obras Públicas* (Vol. 146, Issue 3388, pp. 103–104). <https://acortar.link/NIfMKr>
- Botto Rojas, M. (2019). Relación entre exponentes de geometría hidráulica y transporte de sedimentos de material de lecho en algunos cauces de Colombia. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Mi, 5–24. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/44248?show=full>
- Burstein-Roda, T. (2018). Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 297. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3641>
- Bustamante, S. (2009). Gestión del agua para uso agrícola y pecuario en la parte alta y media de la subcuenca del río Gato, provincia de Herrera, República de Panamá. *Solutions for Environment and Development*, 2(1), 1–8. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2939/Gestion_del_agua_par

a_uso_agricola_y_pecuario.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Caho-Rodríguez, C. A., & López-Barrera, E. A. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35–49. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
- Cancino, A., Matzunaga, A., Soto, M., & Zevallos, R. (2020). Calidad de Servicio de la Línea 1 del Metro en la ciudad de Lima Metropolitana. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17827>
- Candelaria, B., Ruiz, O., Gallardo, F., Pérez, P., & Martínez, Á. (2011). Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3), 999–1010. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000300004#:~:text=Un modelo es la representación,mediante símbolos%2C diagramas y ecuaciones.
- Castellón, J. J., Bernal, R., & Hernández, M. de L. (2020). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, 19(1), 39–50. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>
- Cerna-Cueva, A. F., Aguirre-Escalante, C., Wong-Figueroa, B. L., Tello-Cornejo, J. L., & Pinchi-Ramírez, W. (2022). Water quality for irrigation in the Huallaga basin, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 239–248. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.022>
- Chereque Morán, W. (2010). Hidrología para estudiantes. Pontificia Universidad Católica Del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28689/hidrologi>
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso De Insecticidas : Contexto Y Consecuencias Ecológicas. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica*, 25(1), 74–100. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a11v25n1.pdf>
- Díaz Alegría, P. (2018). Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas y región San Martín. Universidad Peruana Unión. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1532>
- Donoso, G. (2015). Aumento en eficiencia del riego: ¿Mejora la productividad del Agua en la Agricultura? <https://www.iagua.es/blogs/guillermo-donoso/aumento-eficiencia-riego-mejora-productividad-agua-agricultura>
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., & Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas:

teoría y práctica. In Serie Recursos Naturales e Infraestructura (Vol. 47).
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4a1aa6b2-4603-4de1-882e-caf774c07978/content>

Elias Estremadoyro, D. F. (2022). Impacto de la toxicidad de los residuos sólidos generados por plaguicidas. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 9, 124–139.
<https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202201.006>

Flachier Troya, A. L. (2016). Análisis de metodologías para el estudio de Caudales Ecológicos. Casos de estudio en ríos altoandinos ecuatorianos. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, 6(August), 128. <https://acortar.link/wwzPud>

Fuillerat, M. (2021). Revisión de los modelos matemáticos aplicados a la gestión de recursos hídrico o cuencas. 58. <http://hdl.handle.net/10017/49411>

Gamarra Torres, O. A. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 25(1), 179–194.
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25111>

Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., & Senisterra, E. G. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas Libros de Cátedra.
<https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/5798>

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update (4th ed.).
https://books.google.com.pe/books/about/SPSS_for_Windows_Step_by_Step.htm?hl=id=AghHAAAAMAAJ&redir_esc=y

Giai, S. B. (2008). Introducción a la hidrología a la Hidrología. In *British Journal of Cancer* (Vol. 25, Issue 3). <https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/146/lb-giaint008.pdf?sequence=3>

Gómez-Calderón, N., Villagra-Mendoza, K., & Solórzano-Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología En Marcha*, 31(1), 170. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>

Grupo de Análisis de situaciones Meteorológicas Adversas-GAMA. (2023). El agua en movimiento (El ciclo hidrológico). <http://www.floodup.ub.edu/hidro/>

Guerrero Asmad, L. R. (2019). Modelación Numérica del Transporte de Sedimentos durante El Proceso de Remoción Hidráulica en el Reservorio Poechos. 1–129.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4353/MAS_ICIH_1902.pdf?seq

uence=2&isAllowed=y

Guevara Gil, A., Obando, W., & Segura, F. (2019). La gestión de la calidad del agua en el Perú: Sextas Jornadas de Derecho de Aguas. In *La Gestion De La Calidad Del Agua En El Perú*.

[https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/166034/La gestion de la calidad de aguas WEB.pdf?sequence=1](https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/166034/La%20gestion%20de%20la%20calidad%20de%20aguas%20WEB.pdf?sequence=1)

Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2010). Morfología de las cuencas hidrográficas. Universidad Politécnica de Valencia, 12.

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfología de una cuenca.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfología%20de%20una%20cuenca.pdf)

Ibérica, S. (2018). Eutrofización: Causas, consecuencias y soluciones. <https://www.iagua.es/noticias/sewervac-iberica/eutrofizacion-causas-consecuencias-y-soluciones>.

Izquierdo, L. R., Galán Ordax, J. M., Santos, J. I., & Del Olmo Martínez, R. (2008). Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 16, 85. <https://doi.org/10.5944/empiria.16.2008.1391>

Janet Gil, M., María Soto, A., Iván Usma, J., & Darío Gutiérrez, O. (2012). Emerging contaminants in waters: effects and possible treatments Contaminantes emergentes em águas, efeitos e possíveis tratamentos. 7(2), 52–73. <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>

Lamz Piedra, A., & González Cepero, M. C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005

Laura Ortiz, J. R. (2019). Gestión de la Calidad del Agua del río Chili mediante el empleo de índices físico químicos de Calidad Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina, 144. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3271>

Mallar, M. (2005). La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente. *Carreteras*, 4(140), 6. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082010000100004

Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante los retos actuales. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97–111. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F1941%2F194114419010.pdf&clen=292544%0A>

<https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419010.pdf>

Martínez, Y., & Villalejo, V. (2018). The integrated water resources management: a nowadays need. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382018000100005&script=sci_arttext&lng=en

Massolo, L. (2022). Modelos de dispersión y distribución de contaminantes en el ambiente. *Modelos de Dispersión y Distribución de Contaminantes En El Ambiente*.

<https://doi.org/10.35537/10915/149176>

MINAM. (2017). Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6–9. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023, August 12). Distribución mensual de fertilizantes. *Sistema Integrado de Estadística Agraria*.

<https://siea.midagri.gob.pe/portal/du-013-2022>

Molina, J. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia*, 31(2), 19. <https://doi.org/10.15359/ru.31-2.2>

Monographies, W. (2004). Agua y Desarrollo Sostenible. *Revista de La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 98(1), 89.

https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/WM_IIIESP.pdf

Monsalve, D. F. R. (2016). Valoración económica de recursos hídricos para el suministro de agua potable. *El caso del Parque Nacional Cajas. La cuenca del río Tomebamba*.

Universidad de Alicante, 294.

<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/54425>

Mora, G., Medina, C., Polo-Corro, J. L., & Hora, M. (2020). Water Quality According To Benthic Macroinvertebrates and Physical Chemical Parameters in the Huacamaranga River (La Libertad, Peru). *REBIOL*, 40(1), 85–98. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.10>

Mucha-Hospinal, L. F., Chamorro-Mejía, R., Oseda-Lazo, M. E., & Alania-Contreras, R. D. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Desafíos*, 12(1), 50–57.

<https://doi.org/https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>

Natalia, R. E., Michael, M., & Daniel, P. (2019). La contaminación del suelo: una realidad

- oculta. In Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura FAO. <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
- Núñez Galeano, K. P. (2021). Estudio y modelamiento de la calidad del agua del río Lindo, Departamento de Cundinamarca, Colombia. 3(2), 6. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1649>
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. Organización Mundial de La Salud, 4, 608. <https://bitly.co/7FYT>
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico. Sociedad Geográfica de Lima. <https://acortar.link/xx6QD>
- Orellana, R. E. (2021). Modelamiento hidrológico e hidráulico para el análisis de inundaciones en la ciudad de Piura utilizando HEC-HMS y HEC-RAS. Pontificia Universidad Católica Del Perú, 110. <https://acortar.link/PSVwto>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2020). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. In El estado mundial de la agricultura y la alimentación [FAO]. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1447es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Ortiz Gómez, D. (2006). El agua en la agricultura. La Granja, 1(1), 23. <https://doi.org/10.17163/lgr.n1.2002.13>
- Ortiz Vega, M. I., Can Chulim, Á., Romero Bañuelos, C. A., Cruz Crespo, E., & Madueño Molina, A. (2019). Calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa, México. REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 37(2), 185. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.406>
- Palacios Santa Cruz, C. (2010). Caudales de diseño en el río Piura y su variación histórica ante el Fenómeno el Niño. 1–149. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2713/ICI_184.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Parra, M. R., Inzunza, F., Solano, C., Guadarrama, C., & Zizumbo, D. (2019). El Proceso de Producción Agrícola. BOLETIN E,C.A.U.D.Y., 13(77),3–14.

[https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1659/1/1986_Parra_Pr
oceso.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1659/1/1986_Parra_Pr
oceso.pdf)

- Pérez Párraga, M. L. (2019). Modelización de la calidad del agua del estero El Limón, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, estación lluviosa, año 2018 - 2019. 1–222. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3734>
- Prieto Méndez, J., Gonzáles Ramirez, C., Román Gutiérrez, A., & Prieto Garcia, F. (2009). Contaminación y Fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29–44. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911243003>
- Rangel, J. (2012). Desarrollo de un modelo hidrodinámico y de calidad del agua en la presa de Aguamilpa (Nayarit, México). 194. [https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/23/1/Jesús Gabriel Rangel Peraza.pdf](https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/23/1/Jesús_Gabriel_Rangel_Peraza.pdf)
- Republica del Perú. (2011). Codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú. <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/596/ANA0000382.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes-Palomino, S. E., & Cano Ccoa, D. M. (2022). Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 24(1), 53–64. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.328>
- Rodríguez Arias, C., & Silva Benavides, M. (2018). Calidad del agua en la microcuenca alta de la quebrada Estero en San Ramón de Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 15(25), 85–97. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5821472.pdf>
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172–181. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v27n3.14858>
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS. (2022). Determinación del área de prestación de servicios del departamento de San Martín. 364. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/08/ADP-SAN-MARTIN- VF-1.pdf>
- Valdés, O., Llivina, M., Abreu, D., Miranda, T., & Reinoso, C. (2015). Los problemas del medio ambiente: la Educación para el Desarrollo Sostenible en las escuelas, familias y comunidades. In Unesco. https://es.unesco.org/sites/default/files/l1_web.pdf

- Vázquez-Ochoa, L. A., Correa-Sandoval, A., Vargas-Castilleja, R. D. C., Vázquez- Saucedo, M. D. L. L., & Rodríguez-Castro, J. H. (2021). Modelo hidrológico, calidad del agua y cambio climático: soporte para la gestión hídrica de la cuenca del río Soto la Marina. *Ciencia UAT*, 20–41. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i1.1498>
- Villanueva Villanueva, P. R. (2017). Limitaciones de la gestión del agua en la cuenca Jequetepeque. *Bases para la gestión integrada de los recursos hídricos*.
- Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Winpenny, J., Heinz, I., Koo-Oshima, S., Salgot, M., Collado, M., Hernández, F., & Torricelli, R. (2017). Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos? Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos? <https://www.fao.org/3/i1629s/i1629s.pdf>

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
Calidad del agua	Es la condición o estado del agua en términos de su idoneidad para diferentes usos y su capacidad para mantener la salud de los ecosistemas acuáticos y la vida humana (Villena, 2018)	Se define operativamente en función de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos que determinan su aptitud de uso. En este caso dimensionaremos a la variable en función a los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga.	Agroquímicos	- Pesticidas - Herbicidas - Fertilizantes.	Ordinal
			Erosión del suelo	- Arado intensivo - Falta de cobertura vegetal	
			Escorrentía de nutrientes	- Vegetación en la superficie del agua - Agua turbia	
			Contaminación orgánica	- Desechos de animales - Aguas residuales no tratadas.	
			Manejo inadecuado de residuos	- Envases de productos químicos agrícolas - Falta de reciclaje	
			Cambios en el uso del suelo	- Deforestación - Conversión de áreas naturales	
			Desarrollo de plagas resistentes	- Dosis mayores de productos químicos - Uso continuo de pesticidas	
			Falta de conciencia y educación	- Falta de conocimiento - Prácticas responsables agrícolas	
Uso agrícola restringido	Utilización específica del agua, tierra u otros recursos para fines agrícolas bajo ciertas condiciones, normativas o limitaciones impuestas por autoridades, legislaciones o consideraciones ambientales (Bustamante, 2009).	La práctica de utilizar el agua de un recurso hídrico (Río), para riego de cultivos específicos bajo condiciones particulares y controladas.	Capacidad de uso para riego agrícola	- Presencia de sodio - Presencia de salinidad	Ordinal
			Disponibilidad y demanda de agua:	- Caudal - Demanda de agua	
			Gestión y prácticas agrícolas:	- Técnicas de riego	
				- Técnicas de manejo	
			Normativas	- Conformidad con los requisitos ambientales - Normas de calidad del agua.	
Monitoreo	- Programas de monitoreo continuo - Adaptación de prácticas en función a resultados.				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Matriz de consistencia

Título: “Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín - 2022”				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Diseño de investigación	Población y muestra
<p>General ¿Cuál es el modelo de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín?</p>	<p>General Proponer un modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la región San Martín.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar un análisis detallado de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido en la región San Martín. - Describir el incumplimiento de parámetros por años y estación de muestreo. - Desarrollar un modelo de gestión que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, región San Martín - 2022. - Validar el modelo de gestión propuesto que represente el comportamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022. - Identificar el nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga. 	<p>Hipótesis general:</p> <p>Es posible desarrollar un modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para el uso agrícola restringido en la región San Martín - 2022.</p>	<p>Diseño descriptivo-propositivo, donde observó la realidad situacional tal como se da en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.</p> <p>Esquema:</p> <pre> graph TD R --> T T --> P R --> P </pre> <p>Donde: R: Diagnóstico de la realidad. T: Estudios teóricos. P: Propuesta válida.</p>	<p>Población Estuvo integrada por 12 346 productores de la región San Martín (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023)</p> <p>Muestra: En este caso, la muestra del estudio se determinó a través de la fórmula respectiva.</p> <p>Dónde: n: tamaño muestral N: volumen de la población=12 346 p: posibilidad de éxito (95%) =0.9 q: posibilidad de fracaso=1-p=1-0.9=0.1 Z: Nivel de confianza (95%) = 1.96 E: Margen de error de valor estándar = 0.05 Al remplazar los datos:</p> <p>Solucionando, encontramos:</p> <p>Por lo que, la muestra de la investigación será de 137 productores de la región San Martín 2023.</p> <p>Muestreo: Esta investigación se basó en un tipo de muestreo de tipo probabilístico aleatorio simple, porque cada individuo de la población tuvo la misma oportunidad de ser seleccionado, lo que garantiza que la muestra fue representativa y que los resultados obtenidos sean generalizables a la población en su conjunto (Mucha-Hospital et al. 2021).</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03: Instrumento de recolección de datos



PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES ESCUELA DE POSGRADO

Título: “Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín - 2022”

Instrumentos de recolección de datos

Cuestionario 1: “Los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga”

Dirigida a los productores agrícolas de la región San Martín, 2023.

Instrucción:

Este formulario tiene como finalidad identificar el nivel de los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga. Lee atentamente cada ítem y seleccione una de las cinco alternativas, que sea la más apropiada para usted. Los fines son académicos por lo que agradeceríamos su cooperación, para lo cual se le pide que conteste de manera objetiva las preguntas indicadas, marcando con una (X) en el recuadro que crea conveniente:

1= Nunca 2= Casi Nunca 3= A veces 4= Casi siempre 5= Siempre

Dimensiones	Nº	Ítems	Valoración				
			1	2	3	4	5
Agroquímicos	1	Utiliza herbicidas y fertilizantes para el manejo de malezas y el enriquecimiento de nutrientes en sus cultivos, respectivamente.					
	2	Utiliza pesticidas para el control de plagas en sus cultivos.					
Erosión del suelo	3	Utiliza la técnica del arado de manera frecuente en sus cultivos.					
	4	Posee alguna parcela cerca a sus cultivos únicamente reforestada como cobertura vegetal.					
Escorrentía de nutrientes	5	Utiliza alguna técnica para evitar la escorrentía de nutrientes hacia las fuentes de aguas cercanas.					
	6	Ha notado la presencia de algún tipo de vegetación en la superficie de las aguas del río.					
Contaminación orgánica	7	Lleva a sus animales a las orillas de las quebradas o río para proporcionarles agua.					
	8	En su comunidad, poseen un sistema de alcantarillado.					
Manejo inadecuado de residuos	9	Utiliza un espacio adecuado para reciclar los envases de productos químicos agrícolas.					
	10	Realiza la separación de residuos sólidos como papel, cartón, plástico, vidrio y metal					
Cambios en el uso del suelo	11	Poseen normativas comunitarias para contrarrestar la deforestación de áreas naturales y evitar escorrentía de contaminantes hacia las fuentes de					

		agua.						
	12	En su comunidad, poseen medidas de mitigación para reducir los impactos negativos de la deforestación y la conversión de áreas naturales en tierras agrícolas.						
Desarrollo de plagas resistentes	13	Utiliza continuamente pesticidas para contrarrestar plagas resistentes.						
	14	Aplica sobredosis de agroquímicos cuando la plaga en los cultivos es resistente.						
Falta de conciencia y educación agrícola	15	Recibe talleres o charlas sobre los principales factores contaminación que afectan la calidad del agua.						
	16	Asiste a las capacitaciones de manejos adecuados de agroquímicos en los suelos agrícolas.						

Fuente: Elaboración propia

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 04: Validación del instrumento de recolección de datos
INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: _____
 Institución donde labora : _____
 Especialidad : _____
 Instrumento de evaluación : **Cuestionario 1:** Los procesos agrícolas que afectan la calidad del agua en el río Huallaga.
 Autor (s) del instrumento (s) : Delia Esperanza Portella Melgarejo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acordes con los sujetos muestrales.					
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recogerla información objetiva sobre la variable: Calidad del agua, entodas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Calidad del agua.					
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Calidad del agua, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión y variable: Calidad del agua.					
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Instrumento coherente y aplicable

Tarapoto, Mayo de 2023.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Anexo 05: Confiabilidad del instrumento

Variable 1: Calidad del agua

La confiabilidad del instrumento de la variable 1: Calidad del agua se calculó a través del Índice de confiabilidad - Alfa de Cronbach, y del análisis de los 16 ítems del cuestionario se obtuvo como resultado un índice de **0,988** que se ubica en el nivel "Excelente" de fiabilidad, por lo tanto, el instrumento de medición es confiable para su aplicación.

A través del Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Nivel de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach

Rango	Nivel
0,9 – 1,0	Excelente
0,8 – 0,9	Muy bueno
0,7 – 0,8	Aceptable
0,6 – 0,7	Cuestionable
0,5 – 0,6	Pobre
0,0 – 0,5	No aceptable

Fuente: George y Mallery (2003)

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	137	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	137	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Número de preguntas (16)

Tabla 1

Confiabilidad del número de preguntas

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	N de elementos	
,988	16	

Fuente: SPSS ver 27

Anexo 06: Validación de la propuesta

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA POR LOS ESPECIALISTAS AL LLEVAR A CABO LA REVISIÓN DE LA "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín - 2022".

=====

Estimado experto (a): **Lic. Dr. WILSON TORRES DELGADO (Experto temático N° 01)**

Debido a su destacada formación científica y técnica, así como a su título de doctor, sus extensos años de experiencia y los logros notables en su trayectoria profesional, se le ha seleccionado como experto para evaluar la fundamentación teórica de esta investigación. Como autor de este estudio, le solicito amablemente que comparta sus perspectivas y criterios en relación con las fortalezas, debilidades y limitaciones que la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga plantea para su utilización en actividades agrícolas de carácter restringido en la Región San Martín en el año 2022. En particular, se busca su visión crítica sobre la concepción teórica de la propuesta y su aplicabilidad práctica en el contexto de estudiantes de doctorado.

1. Marque con una cruz (X) su opinión, sobre los aspectos a valorar en la "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.

C1	C2	C3	C4	C5
Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado

N°	Aspectos a valorar del modelo	C1	C2	C3	C4	C5
1	Definición de premisas	X				
2	Importancia de los componentes	X				
3	Fundamentación de cada componente	X				
4	Argumentos de la organización	X				
5	Relevancia del componente teórico	X				
6	Coherencia entre los componentes	X				
7	Importancia de la normatividad		X			
8	Importancia de los contenidos	X				

2. Se le agradecería que en cada aspecto valorado indicara cuál de ellos modificaría y las sugerencias que al respecto usted considere.

Aspectos	¿Qué modificaría?	Sugerencias de modificación
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA POR LOS ESPECIALISTAS AL LLEVAR A CABO LA REVISIÓN DE LA "Propuesta de modelamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022".

Estimado experto (a): **Ing. Dr. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA (Experto temático N° 02)**

Debido a su destacada formación científica y técnica, así como a su título de doctor, sus extensos años de experiencia y los logros notables en su trayectoria profesional, se le ha seleccionado como experto para evaluar la fundamentación teórica de esta investigación. Como autor de este estudio, le solicito amablemente que comparta sus perspectivas y criterios en relación con las fortalezas, debilidades y limitaciones que la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga plantea para su utilización en actividades agrícolas de carácter restringido en la Región San Martín en el año 2022. En particular, se busca su visión crítica sobre la concepción teórica de la propuesta y su aplicabilidad práctica en el contexto de estudiantes de doctorado.

1. Marque con una cruz (X) su opinión, sobre los aspectos a valorar en la "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.

C1	C2	C3	C4	C5
Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado

N°	Aspectos a valorar del modelo	C1	C2	C3	C4	C5
1	Definición de premisas	X				
2	Importancia de los componentes	X				
3	Fundamentación de cada componente	X				
4	Argumentos de la organización		X			
5	Relevancia del componente teórico	X				
6	Coherencia entre los componentes	X				
7	Importancia de la normatividad			X		
8	Importancia de los contenidos	X				

2. Se le agradecería que en cada aspecto valorado indicara cuál de ellos modificaría y las sugerencias que al respecto usted considere.

Aspectos	¿Qué modificaría?	Sugerencias de modificación
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

3. Valoración de algunos aspectos de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín – 2022 que se relatan a continuación marque con una cruz (X) ordenándolos de manera decreciente, asignando el número 9 al aspecto

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA POR LOS ESPECIALISTAS AL LLEVAR A CABO LA REVISIÓN DE LA "Propuesta de modelamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022".

Estimado experto (a): **Ing. Dr. GEOMAR VALLEJOS TORRES (Experto temático N° 03)**

Debido a su destacada formación científica y técnica, así como a su título de doctor, sus extensos años de experiencia y los logros notables en su trayectoria profesional, se le ha seleccionado como experto para evaluar la fundamentación teórica de esta investigación. Como autor de este estudio, le solicito amablemente que comparta sus perspectivas y criterios en relación con las fortalezas, debilidades y limitaciones que la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga plantea para su utilización en actividades agrícolas de carácter restringido en la Región San Martín en el año 2022. En particular, se busca su visión crítica sobre la concepción teórica de la propuesta y su aplicabilidad práctica en el contexto de estudiantes de doctorado.

1. Marque con una cruz (X) su opinión, sobre los aspectos a valorar en la "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.

C1	C2	C3	C4	C5
Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado

N°	Aspectos a valorar del modelo	C1	C2	C3	C4	C5
1	Definición de premisas		X			
2	Importancia de los componentes	X				
3	Fundamentación de cada componente	X				
4	Argumentos de la organización		X			
5	Relevancia del componente teórico	X				
6	Coherencia entre los componentes	X				
7	Importancia de la normatividad	X				
8	Importancia de los contenidos	X				

2. Se le agradecería que en cada aspecto valorado indicara cuál de ellos modificaría y las sugerencias que al respecto usted considere.

Aspectos	¿Qué modificaría?	Sugerencias de modificación
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

3. Valoración de algunos aspectos de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín – 2022 que se relatan a continuación marque con una cruz (X) ordenándolos de manera decreciente, asignando el número 9 al aspecto

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA POR LOS ESPECIALISTAS AL LLEVAR A CABO LA REVISIÓN DE LA "Propuesta de modelamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022".

Estimado experto (a): **Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez (Experto temático N° 04)**

Debido a su destacada formación científica y técnica, así como a su título de doctor, sus extensos años de experiencia y los logros notables en su trayectoria profesional, se le ha seleccionado como experto para evaluar la fundamentación teórica de esta investigación. Como autor de este estudio, le solicito amablemente que comparta sus perspectivas y criterios en relación con las fortalezas, debilidades y limitaciones que la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga plantea para su utilización en actividades agrícolas de carácter restringido en la Región San Martín en el año 2022. En particular, se busca su visión crítica sobre la concepción teórica de la propuesta y su aplicabilidad práctica en el contexto de estudiantes de doctorado.

1. Marque con una cruz (X) su opinión, sobre los aspectos a valorar en la "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.

C1	C2	C3	C4	C5
Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado

N°	Aspectos a valorar del modelo	C1	C2	C3	C4	C5
1	Definición de premisas		X			
2	Importancia de los componentes		X			
3	Fundamentación de cada componente		X			
4	Argumentos de la organización		X			
5	Relevancia del componente teórico		X			
6	Coherencia entre los componentes		X			
7	Importancia de la normatividad		X			
8	Importancia de los contenidos		X			

2. Se le agradecería que en cada aspecto valorado indicara cuál de ellos modificaría y las sugerencias que al respecto usted considere.

Aspectos	¿Qué modificaría?	Sugerencias de modificación
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

3. Valoración de algunos aspectos de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín – 2022 que se relatan a continuación marque con una cruz (X) ordenándolos de manera decreciente, asignando el número 9 al aspecto

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA POR LOS ESPECIALISTAS AL LLEVAR A CABO LA REVISIÓN DE LA "Propuesta de modelamiento de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022".

Estimado experto (a): **Ing Dr. César Enrique Chappa Santa María (Experto temático N° 05)**

Debido a su destacada formación científica y técnica, así como a su título de doctor, sus extensos años de experiencia y los logros notables en su trayectoria profesional, se le ha seleccionado como experto para evaluar la fundamentación teórica de esta investigación. Como autor de este estudio, le solicito amablemente que comparta sus perspectivas y criterios en relación con las fortalezas, debilidades y limitaciones que la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga plantea para su utilización en actividades agrícolas de carácter restringido en la Región San Martín en el año 2022. En particular, se busca su visión crítica sobre la concepción teórica de la propuesta y su aplicabilidad práctica en el contexto de estudiantes de doctorado.

1. Marque con una cruz (X) su opinión, sobre los aspectos a valorar en la "Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín - 2022.

C1	C2	C3	C4	C5
Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado

N°	Aspectos a valorar del modelo	C1	C2	C3	C4	C5
1	Definición de premisas		X			
2	Importancia de los componentes		X			
3	Fundamentación de cada componente		X			
4	Argumentos de la organización		X			
5	Relevancia del componente teórico		X			
6	Coherencia entre los componentes		X			
7	Importancia de la normatividad		X			
8	Importancia de los contenidos		X			

2. Se le agradecería que en cada aspecto valorado indicara cuál de ellos modificaría y las sugerencias que al respecto usted considere.

Aspectos	¿Qué modificaría?	Sugerencias de modificación
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

3. Valoración de algunos aspectos de la propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del río Huallaga para uso agrícola restringido, Región San Martín – 2022 que se relatan a continuación marque con una cruz (X) ordenándolos de manera decreciente, asignando el número 9 al aspecto

1	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
2	5	5	3	4	3	3	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4
3	5	4	2	3	2	3	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3
4	4	4	2	2	2	2	5	4	3	2	2	2	3	4	1	1
5	4	4	2	2	2	2	5	4	3	3	3	2	4	4	1	1
6	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
7	4	3	1	1	1	2	5	4	3	2	2	2	3	3	1	1
8	4	4	2	2	2	2	5	4	3	2	3	2	4	4	1	1
9	4	3	1	2	1	2	5	4	3	2	2	2	3	3	1	1
10	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
11	4	3	1	1	1	1	5	3	2	2	2	2	3	3	1	1
12	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	2	3	1	1
13	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
15	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1	2	3	1	1
16	5	5	2	3	3	3	5	5	4	4	3	4	5	5	3	3
17	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
18	4	3	1	1	1	2	5	4	3	2	2	2	3	3	1	1
19	4	4	2	2	2	2	5	4	3	3	3	2	4	4	1	1
20	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
21	5	4	2	3	2	2	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3
22	3	2	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	2	1	1
23	5	5	3	4	3	3	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
26	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
27	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
28	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
29	4	4	2	2	2	2	5	4	3	3	3	2	4	4	1	1
30	3	2	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1	2	2	1	1
31	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
32	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
33	3	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1
34	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
35	3	2	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1
36	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
37	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
38	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
39	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
40	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
41	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
42	5	5	3	4	3	3	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4
43	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
44	5	5	3	4	3	3	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5
45	3	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1

46	5	5	2	3	2	3	5	5	4	4	3	3	4	5	2	3
47	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	3	4	4	1	2
48	5	4	2	3	2	3	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3
49	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
50	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
51	4	3	1	1	1	1	5	3	2	1	2	1	3	3	1	1
52	4	4	1	2	2	2	5	4	3	2	2	2	3	4	1	1
53	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
54	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
55	5	5	3	4	3	3	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4
56	5	5	3	4	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
57	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	3	4	5	5	3	4
58	4	4	1	2	1	2	5	4	3	2	2	2	3	3	1	1
59	4	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	2	3	1	1
60	4	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	2	3	1	1
61	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
62	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
63	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	3	4	4	1	2
64	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
65	3	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1
66	5	5	2	3	2	3	5	5	4	4	3	3	4	4	2	3
67	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1	2	3	1	1
68	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	2	3	1	1
69	3	2	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1	2	3	1	1
70	5	5	2	3	3	3	5	5	4	4	3	3	4	5	3	3
71	3	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1
72	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
73	4	4	1	2	2	2	5	4	3	2	2	2	3	4	1	1
74	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
75	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
76	2	2	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	2	1	1
77	4	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	3	3	1	1
78	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
79	3	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1
80	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
81	4	3	1	1	1	1	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
82	5	5	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
83	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
84	5	5	2	3	2	3	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3
85	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
86	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
87	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
88	4	4	2	2	2	2	5	4	3	2	2	2	4	4	1	1
89	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
90	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1

91	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
92	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
93	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	3	4	4	1	2
94	4	3	1	2	1	2	5	4	3	2	2	2	3	3	1	1
95	5	5	3	4	3	3	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4
96	3	2	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1
97	5	5	3	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
98	4	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	3	3	1	1
99	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
100	5	4	2	3	2	3	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3
101	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1	2	3	1	1
102	4	3	1	1	1	1	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
103	5	5	2	3	3	3	5	5	4	4	3	3	4	5	3	3
104	3	2	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1
105	3	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1
106	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
107	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	2	3	1	1
108	5	4	2	3	2	2	5	4	4	4	3	3	4	4	1	3
109	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
110	5	4	2	3	2	2	5	4	4	4	3	3	4	4	1	3
111	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1	2	3	1	1
112	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
113	5	5	2	3	2	3	5	5	4	4	3	3	4	4	2	3
114	4	4	2	2	2	2	5	4	3	3	3	2	4	4	1	1
115	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
116	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
117	4	4	1	2	1	2	5	4	3	2	2	2	3	4	1	1
118	4	3	1	1	1	2	5	4	3	2	2	2	3	3	1	1
119	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1	2	3	1	1
120	4	3	1	1	1	2	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
121	5	4	2	3	2	2	5	4	4	4	3	3	4	4	1	2
122	4	4	1	2	2	2	5	4	3	2	2	2	3	4	1	1
123	3	2	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1
124	3	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	2	3	1	1
125	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
126	5	4	2	3	2	2	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3
127	5	4	2	3	2	2	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3
128	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
129	4	3	1	1	1	1	4	3	2	1	2	1	2	3	1	1
130	5	5	2	3	2	3	5	5	4	4	3	3	4	4	2	3
131	5	5	2	3	3	3	5	5	4	4	3	4	5	5	3	3
132	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
133	5	4	2	2	2	2	5	4	4	3	3	2	4	4	1	2
134	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
135	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1

136	4	3	1	1	1	1	5	3	3	2	2	2	3	3	1	1
137	4	4	1	2	1	2	5	4	3	2	2	2	3	3	1	1

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 08: Estándares de calidad Ambiental ECA - Agua

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 normas legales 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 lóticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

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

- Ríos de la costa y sierra

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

- Ríos de la selva

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

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

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

- Marinos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se 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	**
Amoníaco- 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	**	**

14 **NORMAS LEGALES** Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

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 ₆ - 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	**	**
Bromodiorometano	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				
Benzoflujoreno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organo fosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organo clorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil 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 estados 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 ($\text{NO}_2\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$).

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

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

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 ($\text{NO}_3\text{-N}$)	mg/L	10	**
Nitritos ($\text{NO}_2\text{-N}$)	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	**
Niquel	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 Suspendedos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
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					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

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

(b) Después de la filtración simple.

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

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

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

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

Nota 3:

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

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de 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	0,290	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				
Aceltes 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
Niquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difetil Tricloroetano (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 Helminfos	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	(μ S/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
Amoníaco 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 Suspendedos 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
Niquel	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
Talio	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
Hexadecanobutadieno	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	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrín	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,000036	0,000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptadoro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofeno (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						
Coliformos 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

Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del Río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín-2022

por Delia Esperanza Portella Melgarejo

Fecha de entrega: 14-mar-2024 01:01p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2320453648

Nombre del archivo: Tesis_Docotorado_Dely_Portela_14-03.docx (4.93M)

Total de palabras: 31201

Total de caracteres: 167345

Propuesta de modelo de gestión de la calidad del agua del Río Huallaga para uso agrícola restringido, San Martín-2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	18%	8%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1%