

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Calidad ambiental del agua y su relación con los
residuos sólidos en el río Vilcanota, distrito
Ollantaytambo-Cusco**

Eloy Kevin Tapia Quispe
Jose Luis Velasquez Vera

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Cusco, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Jose Vladimir Comejo Tueros
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 7 de Setiembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RÍO VILCANOTA, DISTRITO OLLANTAYTAMBO – CUSCO

Autores:

1. Eloy Kevin Tapia Quispe – EAP. Ingeniería Ambiental
2. Jose Luis Velasquez Vera – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

ASESOR:

Dr. Jose Vladimir Cornejo Tueros

AGRADECIMIENTOS

Expresamos un profundo agradecimiento a nuestra universidad por brindarnos la oportunidad de realizar este estudio y con ello poder lograr nuestra meta.

Agradecemos, al Doctor José Vladimir Cornejo Tueros por su contribución en la orientación académica y gran desempeño al guiarnos a lo largo de este proceso para realizar nuestra tesis.

A la municipalidad distrital de Ollantaytambo al contribuir con información importante para la realización de este trabajo.

A Dios por permitirnos estar cumpliendo esta meta en nuestras vidas.

A nuestras familias y su amor incondicional y constante motivación para lograr culminar este trabajo lo cual permitió la obtención de este logro.

DEDICATORIA

José Luis Velásquez Vera

Lo dedico a mis padres José Luis Velásquez Solís y mi madre Frida Vera Callo por ser un gran apoyo incondicional e impulsarme a lograr mis objetivos, como también agradezco a mis hermanos: Joel Velásquez, Norka Velásquez y Melendi Velásquez por la confianza, aliento y motivación durante mi etapa de estudio.

A mi compañero de proyecto de investigación Eloy Kevin Tapia, y a mi entorno más cercano, quienes hicieron de mi paso por la universidad una de las mejores experiencias

Eloy Kevin Tapia Quispe

Esta dedicatoria es para mi madre Belén Violeta Quispe Alcca por ser un gran apoyo incondicional para lograr culminar mi carrera. Así mismo a mis abuelos simón Quispe Tayro, Eudocia Alcca Gamarra, a quienes les cumplo una promesa después de varios años, a mi tía Zonia Alarcón Alcca, quien ha sido partícipe de mi vida, aportándome valores, principios y consejos forjando mi formación personal y profesional.

A mi compañero de proyecto de investigación José Luis Velásquez Vera, y en general a mis allegados más cercanos, quienes hicieron de mi paso por la universidad una de las mejores experiencias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	5
DEDICATORIA	6
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1.- Planteamiento y formulación del problema	13
1.3.- Justificación e importancia	16
1.3.2 Metodológica	16
1.4.- Hipótesis	18
1.5. Operacionalización de variables	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1 Antecedentes del problema	22
2.2 Bases teóricas	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	33
3.1.- Método y alcance de la investigación	33
3.2 Diseño de la investigación	34
3.3 Población y muestra	34
3.4.- Técnicas e instrumentos	36
3.5 Validez y confiabilidad	37
3.6 Procedimiento experimental	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Caracterización de los residuos sólidos presentes en el río	39
4.2 Fuentes que causan contaminación y la disminución de la calidad ambiental del agua	42
4.3 Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua del río Vilcanota	44
4.4 Potenciales efectos de la calidad del agua en el ecosistema acuático y en las actividades de los pobladores	50
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	65
ANEXOS	70

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización de las variables.....	19
Tabla 2. Indicadores de Afectación por Fuentes de Contaminación.....	43
Tabla 3. Resultados del monitoreo	44
Tabla 4: Comparación de los valores del monitoreo con los valores establecidos en el ECA	46
Tabla 5. Cálculo y Valoración del ICARHS	47
Tabla 6. Proyección de capacidad de autodepuración del río Vilcanota	49
Tabla 7. GPC de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito de Ollantaytambo	51
Tabla 8. Resumen de los valores estimados por familia de los efectos domésticos de la contaminación por residuos sólidos del río Vilcanota	53
Tabla 9. Generación de residuos sólidos en las Centro Arqueológico de Ollantaytambo en 2022	57

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito Ollantaytambo.	14
Figura 2. Tramo de estudio del Río Vilcanota en Ollantaytambo.....	35
Figura 3. Caracterización de los Residuos Sólidos Presentes em el Río Vilcanota .	42
Figura 4. Afectación Agraria por baja Calidad del Agua del Río Vilcanota	54
Figura 5. Afectación Industrial por Baja Calidad del Agua del Río Vilcanota	56

RESUMEN

Se llevó a cabo una estimación de la calidad del agua en el Río Vilcanota, situado en Ollantaytambo, Cusco, y su interacción con los desechos sólidos. La acumulación de basura en dicho río puede ocasionar diversos problemas tanto ambientales como sanitarios. Se efectuó un análisis aplicativo, correlacional-explicativo y no experimental, empleando métodos variados para la recogida de los datos, que incluyeron observación directa y recolección de muestras para análisis de laboratorio. Los hallazgos indicaron una notable presencia y acumulación de desechos sólidos, lo cual repercute de forma negativa en la calidad ambiental del agua, evidenciado por una calificación de MALA en los controles, con un índice de 60.642. La composición de los desechos sólidos encontrados en el río es mayoritariamente inorgánica, representando un 59%, mientras que los materiales orgánicos constituyen un 19%. Estas cifras son el resultado principalmente de los desechos municipales derivados de las actividades domésticas y turísticas del distrito. La investigación determina que la calidad del río Vilcanota está en peligro debido a la acumulación de desechos sólidos, la infiltración de aguas residuales y la presencia de materia orgánica en descomposición. Esta situación pone en riesgo a diversas especies acuáticas, las cuales enfrentan un inminente deterioro en su hábitat. Por tanto, es imperativo implementar medidas para minimizar la contaminación y los vertidos, con el fin de conservar la integridad del río y garantizar que el agua sea adecuada para los propósitos designados.

Palabras claves: agua, ambiente, calidad, contaminación, impacto, río.

ABSTRACT

This study evaluated the environmental quality of water and its relationship with solid waste in the Vilcanota River, located in the Ollantaytambo district of Cusco. The presence of solid waste in the Vilcanota River can generate a series of environmental and health problems. An applicational study was carried out, at a correlational-explanatory level of non-experimental type. Several data collection techniques were applied, including direct observation and the collection of samples to be analyzed in the laboratory. The results obtained reflect that the presence and accumulation of solid waste was observed affecting and influencing the environmental quality of the river water, giving as a result in the monitoring a value of BAD with a value of 60,642. The composition of the solid waste present in the Vilcanota River is predominantly inorganic with 59% and organic waste represented 19%. These percentages are mainly due to the presence of municipal waste from urban-domestic and tourist activities in the district. It is concluded that there is a risk of contamination in the Vilcanota River due to the presence of solid waste, sewage, some decomposing waste and that there are some aquatic organisms in the river that are at risk of deterioration and it is recommended to reduce pollutant loads and discharges, thus preserving the quality of the water body and ensuring its suitability for its intended uses.

Keywords: water, environment, quality, pollution, impact, river.

INTRODUCCIÓN

La Cordillera de los Andes es fundamental para la estructura hidrográfica del país, con 159 cuencas fluviales que se clasifican en unidades hidrográficas. Distribuidas en tres grandes regiones hidrográficas, la región del Pacífico ocupa el 21,8% del país con 62 cuencas, mientras que la zona Amazónica se extiende sobre el 74,6% del país, incluyendo 84 cuencas. Sin embargo, la condición de muchas de estas cuencas está en riesgo debido a que no alcanzan los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), diseñados para garantizar la calidad del agua necesaria para el consumo humano y la conservación de los ecosistemas. Diversas actividades industriales y humanas han originado un descenso en la calidad del agua y un incremento en la contaminación, lo que constituye un riesgo considerable para la utilización eficiente de este esencial recurso. Además, estas acciones tienen consecuencias adversas en la salud de la población. La preservación de la calidad del agua es primordial para asegurar la salud pública y garantizar el uso efectivo del agua.

El manejo de desechos sólidos está estrechamente relacionado con la calidad del agua, la cual se ha vuelto en una de las primordiales alarmas ambientales. Este vínculo esencial refleja la importancia de prácticas sostenibles en el manejo de desechos para preservar la integridad de nuestros recursos acuíferos. Es relevante poner el foco de importancia que, de las 159 entidades encargadas del tratamiento de aguas residuales, 98 poseen sistemas capaces de monitorear y garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad necesarios. Sin embargo, un alarmante 40% de estas instalaciones, específicamente 41 de 98, no alcanzan los criterios ambientales establecidos, lo que subraya la urgencia de abordar esta problemática para salvaguardar nuestros recursos acuáticos y la salubridad de las zonas aledañas al Río Vilcanota, en el Distrito de Ollantaytambo, Cusco. Este estudio se adentra en la correlación entre la calidad ambiental del agua y la gestión de basura y desechos sólidos, con el fin de proponer soluciones sostenibles que mejoren la situación actual y aseguren un futuro más saludable para el ecosistema y sus habitantes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1.- Planteamiento y formulación del problema

Se debe señalar que, respecto a la calidad ambiental del agua y su relación con los desechos sólidos en el Río Vilcanota, ubicado en el distrito de Ollantaytambo en Cusco, se presenta una problemática que es fundamental para entender la magnitud y la incidencia de dicha situación en el entorno y en la salubridad de la población local. Además, se debe destacar que, el Río Vilcanota es una fuente de agua vital para la comunidad de Ollantaytambo y sus alrededores, sin embargo, se ha observado un deterioro significativo en la aptitud de sus aguas en las últimas décadas. Esto se debe, en gran medida, a la constancia de desechos sólidos que son arrojados de forma directa al río o depositados en las orillas, lo que afecta negativamente tanto la cantidad como la calidad de agua potable disponible (1).

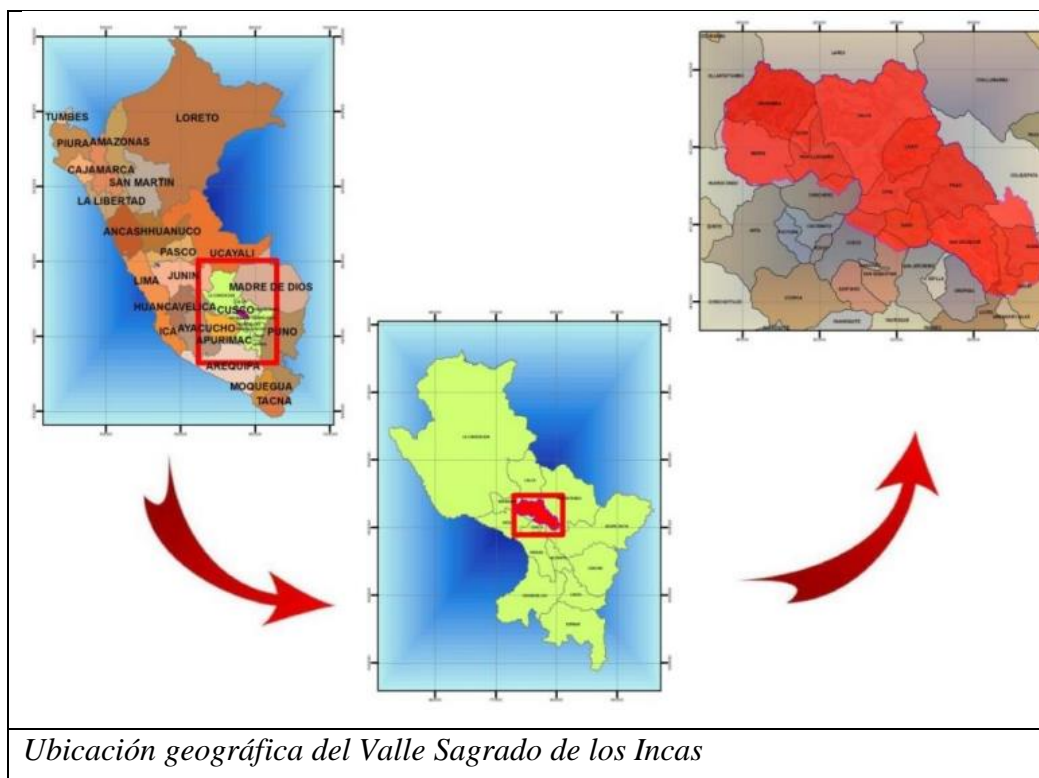
El deterioro del Río Vilcanota se ve exacerbado por la acumulación de residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, que no solo afectan la biodiversidad local y las operaciones económicas como el turismo y la pesca, sino que también determina un peligro para la salubridad de las familias cercanas. Los desechos orgánicos, al descomponerse, pueden provocar contaminación bacteriana, lo que deteriora la aptitud del agua y acrecienta el riesgo de enfermedades hídricas como la diarrea y la gastroenteritis. Además, los residuos inorgánicos, como plásticos y vidrios, contribuyen significativamente al daño ambiental debido a su lenta degradación, lo que resulta en su acumulación en el lecho del río, interrumpiendo el cauce natural del agua y alterando el ecosistema acuático (2). Esta incidencia negativa abarca la fauna y flora, así como a las actividades económicas dependientes del río. Este escenario se empeora por la ausencia de conciencia ambiental entre los residentes y la insuficiencia de infraestructura para manejar adecuadamente estos residuos, lo que lleva a que muchos continúen desechando basura directamente en el río sin reconocer la importancia del reciclaje y la separación de desechos. Esta problemática resalta la necesidad urgente de educación ambiental y de mejorar las facilidades de gestión de residuos para preservar la salud del Río Vilcanota y de sus comunidades aledañas (3).

Se requiere realizar una investigación profunda en el nivel de la aptitud de las aguas en el Río Vilcanota para evaluar los niveles de contaminación y determinar las acciones necesarias para su mitigación. Esto implicaría realizar muestreos periódicos del agua,

analizar los niveles de sustancias contaminantes y realizar un seguimiento de los cambios en el tiempo.

Además, sería fundamental establecer un proyecto de educación ambiental en la zona, con el fin de concientizar a las personas sobre lo imperativo de cuidar el río y de adoptar prácticas sustentables en el manejo de la basura y los desechos sólidos. Esto incluiría la instalación de recipientes idóneos para la recolección de los desechos, así como cruzadas de información y sensibilización para fomentar el reciclaje y la disminución en la producción de residuos (4). Es por ello que, sería necesario fortalecer la infraestructura local para garantizar una adecuada gestión de la basura. Esto implica el establecimiento de un sistema de recolección y transporte de residuos eficiente, así como la creación de instalaciones adecuadas para su colocación final, como rellenos sanitarios o plantas de tratamiento. Se debe acotar que, la problemática de los niveles de calidad del agua y su relación con los residuos sólidos en el Río Vilcanota es una situación problemática que requiere una vigilancia prioritaria e inmediata. Es necesario llevar a cabo acciones de investigación, educación y fortalecimiento de la infraestructura para revertir esta situación y garantizar la protección del río y del medio ambiente en general.

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito Ollantaytambo.



Tomado de Gobierno Regional del Cusco (1)

1.1.2.- Problema General

¿Cómo afecta la presencia y acumulación de residuos sólidos en la calidad ambiental del agua del río Vilcanota en el distrito Ollantaytambo en el año 2024?

1.1.2.1.- Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características y composición de los residuos sólidos encontrados en el río Vilcanota en el distrito de Ollantaytambo - Cusco?
- ¿Qué fuentes son las principales contribuyentes a la contaminación y cómo afectan la calidad ambiental del agua en el río Vilcanota en el distrito Ollantaytambo-Cusco?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros químicos, físicos y bacteriológicos del agua del río Vilcanota y cómo se comparan con las normativas ambientales vigentes?
- ¿Qué impacto tiene la calidad del agua del río Vilcanota en la biodiversidad del ecosistema acuático y en la vida cotidiana de los habitantes del distrito Ollantaytambo-Cusco?

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la presencia y cantidad de residuos sólidos en la calidad ambiental del agua del río Vilcanota en el distrito Ollantaytambo-Cusco- 2024.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar los residuos sólidos presentes en el río Vilcanota en el distrito de Ollantaytambo – Cusco 2024.
2. Identificar las fuentes contaminantes que disminuyen la calidad ambiental del agua del Río Vilcanota en el tramo del distrito Ollantaytambo-Cusco.
3. Analizar los parámetros químicos, físicos y bacteriológicos del agua del río Vilcanota en el distrito Ollantaytambo-Cusco.
4. Determinar los potenciales efectos de la calidad del agua en el ecosistema acuático y en las actividades de los pobladores del distrito Ollantaytambo-Cusco.

1.3.- Justificación e importancia

1.3.1 Ambiental

Ambientalmente se justifica en la valoración meticulosa de la calidad hídrica del río Vilcanota, ubicado en el distrito de Ollantaytambo Cusco, y cómo esta se ve afectada por la existencia de residuos sólidos. Se busca dilucidar la magnitud del impacto que los desechos sólidos ejercen sobre el agua y, por ende, en el ecosistema acuático. Esta indagación es vital, ya que el agua representa un recurso indispensable para la supervivencia de los ecosistemas y el desarrollo de las zonas aledañas. El río Vilcanota no solo es crucial para la biodiversidad regional y la subsistencia de la población local, sino que también cumple una función indispensable en la preservación de la diversidad biológica. Por tanto, es imperioso efectuar una valoración de la condición ambiental del agua y comprender cómo la contaminación por residuos sólidos puede comprometer su calidad. La finalidad de esta investigación es aportar datos actualizados y pertinentes sobre la interacción entre la aptitud del agua y los desechos sólidos en el río Vilcanota. Así, se pretende fomentar la conciencia sobre la necesidad de adoptar políticas de manejo de desechos eficientes y fomentar prácticas de gestión sostenible de los recursos acuáticos. En consecuencia, se subraya la necesidad de una comprensión profunda de la calidad del agua y su relación con la contaminación por residuos sólidos, con el objetivo de impulsar iniciativas y políticas ambientales que aseguren la protección y conservación de los recursos acuíferos, asegurando así un entorno sano y sostenible para las comunidades humanas y la flora y fauna locales.

1.3.2 Metodológica

Metodológicamente, la justificación de este proyecto se fundamenta en la relevancia de mantener una óptima calidad ambiental del agua del río Vilcanota, debido a su estrecha conexión con la gestión de residuos sólidos. Es crucial enfatizar que un manejo adecuado de estos residuos es esencial para conservar las condiciones del agua, que no solo es vital para el consumo de las personas, sino también para sostener las operaciones económicas primordiales como la agricultura y el turismo en Ollantaytambo Cusco. La preservación de un agua de alta calidad es indispensable para el progreso económico de la región, ya que asegura la salud pública previniendo enfermedades derivadas de la contaminación hídrica. Esta calidad del agua es igualmente crítica para la producción agrícola y pecuaria, puesto que la contaminación puede comprometer tanto los cultivos como la salud de los

animales. El turismo, siendo uno de los pilares económicos de Ollantaytambo, resalta aún más la importancia de este estudio, ya que la pureza del agua impacta directamente en la conservación del patrimonio natural y cultural que atrae a una gran cantidad de visitantes anualmente. La integridad del agua en el río Vilcanota es clave para preservar la estética del paisaje y la biodiversidad local. Un río contaminado no solo disminuiría el atractivo turístico, desviando visitantes hacia otros destinos, sino que también podría tener consecuencias negativas para las industrias locales que dependen del agua para la producción de alimentos y bebidas, afectando la reputación y la calidad de los productos de la zona y, por ende, su estabilidad económica.

1.3.3 Teórica

Teóricamente, este estudio se justifica en la necesidad crítica de entender y mitigar el impacto adverso que los desechos sólidos tienen en el ecosistema acuático y en la vida habitual de la colectividad local. El Río Vilcanota no es solo un cuerpo de agua, sino una arteria vital que sustenta a la población de Ollantaytambo, siendo esencial para el consumo de personas, la pesca y la agricultura. La creciente contaminación del río, atribuida a la eliminación inapropiada de residuos sólidos, amenaza la integridad de este recurso hídrico y, por ende, la salubridad y el bienestar ambiental. Reconociendo la conexión intrínseca entre el manejo de desechos y la calidad del agua, esta investigación propone una valoración detallada para identificar las fuentes de contaminación, cuantificar los contaminantes y valorar los peligros relacionados para la salud pública y la biodiversidad acuática. El propósito es proveer una base científica sólida que informe y guíe la implementación de políticas sociales efectivas en la gestión de residuos. Se anticipa que los hallazgos del estudio fomentarán la conciencia social sobre la relevancia de acciones sustentables de manejo de residuos y estimularán acciones comunitarias hacia la sostenibilidad ambiental. En última instancia, el objetivo es abordar y resolver los problemas de contaminación en el Río Vilcanota, salvaguardando la salubridad comunitaria y el medio ambiente, y promoviendo un desarrollo sustentable en Ollantaytambo.

1.3.4 Social

La justificación social para la investigación sobre el manejo de desechos sólidos en Perú se centra en la necesidad urgente de abordar la producción diaria de más de 21 mil toneladas de desechos. Esta situación se agrava por la insuficiencia de espacios

apropiados para su disposición y el rápido crecimiento de las áreas urbanas. La promoción de procesos de economía reciclable es crucial para prevenir la contaminación de suelos, aguas subterráneas y ríos, lo que a su vez protege la salud pública y preserva los recursos naturales para las generaciones futuras. La iniciativa de manejo integral de desechos sólidos en Urubamba y Cusco busca mejorar la eficiencia en la recolección, reciclaje, transporte, almacenamiento y procesamiento final de los residuos, lo que refleja un compromiso con la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social. Además, la investigación específica en Ollantaytambo apunta a comprender mejor las implicaciones de la gestión de residuos en la calidad del agua, un recurso vital para la vida y el bienestar de la comunidad. Esta investigación es fundamental para desarrollar estrategias efectivas que aplaquen la incidencia negativa de los residuos sólidos y fomenten prácticas de gestión ambiental más saludables y sostenibles.

1.4.- Hipótesis

1.4.1.- Hipótesis General

La presencia y acumulación de residuos sólidos en el río Vilcanota afecta significativamente la calidad ambiental del agua en el distrito de Ollantaytambo durante el año 2024.

1.4.2. Hipótesis Nula (H₀)

La presencia y acumulación de residuos sólidos en el río Vilcanota no tienen un impacto significativo en la calidad ambiental del agua en el distrito de Ollantaytambo durante el año 2024.

1.4.3. Hipótesis Alternativa (H_a)

La presencia y acumulación de residuos sólidos en el río Vilcanota tienen un impacto significativo en la calidad ambiental del agua en el distrito de Ollantaytambo durante el año 2024.

Variables

$F(x)=y$

X= Independiente

Presencia y cantidad de desechos sólidos en el río Vilcanota

Dimensiones

Medición y evaluación de la presencia y cantidad de desechos sólidos en el río Vilcanota.

Y= Dependiente

Calidad ambiental del agua del río Vilcanota.

Dimensiones:

Parámetros indicadores de calidad ambientales

1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización de las variables

Variable	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Presencia y cantidad de desechos sólidos en el río Vilcanota	A la presencia y cantidad de residuos sólidos que se encuentran en el lecho del río Vilcanota. Los desechos sólidos pueden incluir una amplia gama de materiales, como plásticos, vidrio, papel, metal y productos orgánicos, que han sido arrojados o depositados en	Cualquier material sólido, ya sea plástico, papel, vidrio, metal u otros, que se encuentre flotando en la superficie del agua del río Vilcanota o se haya depositado en sus orillas. Se registrarán como presentes aquellos residuos visibles a	Medición y evaluación de la cantidad y presencia de desechos sólidos (basura) en el río Vilcanota.	Presencia de desechos sólidos Mediciones de cantidad de desechos Contaminación del agua.	Caracterización de los residuos sólidos Peso Área de cobertura Partes por millón Porcentaje de la superficie afectada

	<p>el río. La cantidad de desechos sólidos en el cauce del río puede variar dependiendo de diversos factores, como la actividad humana a lo largo del río, los sistemas de gestión de residuos en la zona y las condiciones ambientales. (12)</p>	simple vista.(12)			
<p>Calidad ambiental del agua en el río Vilcanota.</p>	<p>Se refiere a la medida en que el agua cumple con los estándares establecidos para su uso, ya sea como fuente de consumo humano, para la agricultura, para la vida marina, o para otros usos industriales. Esta calidad se puede medir en términos de la cantidad de contaminantes presentes en el agua, así como también en términos de su pH, temperatura, y otros factores fisicoquímicos. En esencia, la calidad del agua se basa en la capacidad del agua para</p>	<p>Conjunto de características químicas, físicas y biológicas del agua que permiten determinar su aptitud para ser utilizada en diferentes usos, como la utilización por los humanos, la agricultura, la industria, entre otros. La calidad del agua se puede medir y evaluar a través de diferentes parámetros, como la presencia de ciertos contaminantes, la turbidez, el pH, la temperatura, capacidad de</p>	<p>Calidad ambiental del agua en El río Vilcanota.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminantes químicos: Nitratos y sulfatos. - Contaminantes biológicos: Coliformes totales, E.coli - Propiedades físicas: PH, Temperatura, sólidos, dureza. -Propiedades organolépticas: Color, olor y sabor 	<p>Ppm DBO</p> <p>UFC/100 mL</p> <p>unidades de pH, Oxígeno disuelto, Turbidez</p> <p>escala de percepción</p>

	mantener la salud humana y el equilibrio ecológico. (11)	disolver oxígeno, entre otros.(11)			
--	--	------------------------------------	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes Internacionales

El manejo inadecuado y la falta de responsabilidad en la gestión de residuos y desechos son señalados como factores críticos que deterioran la salubridad pública y la calidad ambiental, según se destaca en el artículo científico "Crisis y gestión de desechos y residuos: un problema multidimensional". En diversas partes del globo, es posible presenciar escenarios preocupantes de contaminación, resultado directo de prácticas deficientes en el tratamiento de residuos. Tales prácticas pueden desencadenar efectos perjudiciales serios, incluyendo la proliferación de vectores de enfermedades y plagas. La economía también sufre impactos negativos por esta problemática, manifestándose en la devaluación de bienes y servicios y en la generación de gastos excesivos para la eliminación de estos residuos. De igual manera, es importante tener en cuenta que la gestión de residuos no se trata únicamente de la eliminación de los desechos. El proceso abarca todas las fases, desde la creación inicial hasta la etapa de reciclaje y eliminación final. Este ciclo integral asegura que cada paso, desde el principio hasta el fin, se maneje de manera coherente y sistemática, garantizando así la sostenibilidad y eficiencia del mismo. Por esta razón, es necesario adoptar enfoques integrales y sostenibles para abordar esta problemática de manera efectiva. Esto implica fomentar prácticas más responsables en la generación de basura, así como la implementación de soluciones innovadoras y eficientes para su gestión. Además de los aspectos sociales y ambientales, la gestión de residuos también tiene un impacto significativo en la economía global. La transformación de desechos mediante su reciclaje y reutilización no solo contribuye a la conservación de recursos, sino que también impulsa la creación de empleo. Además, estos procesos representan una fuente valiosa de energía y materiales. Así, las prácticas sostenibles en la gestión de residuos ofrecen beneficios económicos y ambientales significativos. Asimismo, la innovación en el manejo de residuos puede impulsar el desarrollo sostenible en diferentes sectores productivos. Se debe acotar que, el manejo de desechos y residuos es un tema complejo que involucra distintas dimensiones y desafíos. Es esencial implementar estrategias sostenibles y holísticas que fomenten la responsabilidad en todas las etapas de manejo de residuos, desde su origen hasta su eliminación final, para enfrentar eficazmente

esta cuestión. De esta manera, se podrán mitigar las consecuencias negativas en la salubridad pública, el medio ambiente y la economía y se podrá impulsar un desarrollo sostenible más equitativo y justo para todos. (2)

A continuación, se tiene la investigación denominada “Indicadores de gestión de recursos hídricos en la parroquia Cachamay, bajo el contexto de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).”, la cual realiza una propuesta con el objetivo de crear indicadores de manejo para los recursos acuíferos del Objetivo 6 de la Agenda 2030, enfocándose en la Parroquia Cachamay del estado Bolívar en Venezuela. Para ello, se realizó una investigación descriptiva de campo para identificar los recursos, se analizaron las metas e indicadores ya utilizados en otros países y se determinó una serie de parámetros para incluir en la gestión de la Parroquia Cachamay. La evaluación se hizo con el software SPSS y se verificó con el Coeficiente de Concordancia de Kendall. Esto confirmó la confiabilidad del resultado (3).

Se realizó un trabajo de investigación cuyo nombre fue “Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Bejuco mediante la aplicación de indicadores físico-químicos y microbiológicos”. La investigación sobre la calidad del agua en el río Bejuco se llevó a cabo mediante el uso de indicadores microbiológicos y físico-químicos. Durante las temporadas de lluvia y sequía, se efectuaron análisis en tres puntos distintos del río, correspondientes a las estaciones de muestreo establecidas. Este método permitió evaluar las variaciones en la calidad del agua en diferentes condiciones climáticas. La mayoría de los resultados cumplen con los límites permitidos para el uso agrícola y doméstico según el TULSMA. Se utilizaron los protocolos de Standard Methods y el ICA. La calidad del agua se encontró en el rango apto según la clasificación, aunque se recomienda tratamiento para su uso público y no se recomienda para recreación y pesca de especies sensibles. Las actividades humanas alrededor del río tienen poca incidencia en su contaminación. Se concluye que el río Bejuco todavía es apto para la vida acuática y puede ser utilizado, pero requiere mayor tratamiento (4).

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Así mismo, se tiene referencia al uso del modelo Lutz Scholz. El modelo determinista-estocástico de Lutz Scholz se aplicó para establecer un balance hídrico en la cuenca del río Lluscamayo, con el fin de equilibrar la demanda social de agua potable y la oferta natural del río desde Collana hasta Paucarcolla en Puno. La metodología consistió en calibrar el modelo

con parámetros físicos de la cuenca, tales como área, escorrentía, retención, agotamiento y la relación entre oferta y demanda. Los resultados revelaron que el río Lluscamayo tiene un caudal promedio de 3,732 l/s, mientras que el Ccocha contribuye con 1,02 l/s. El estudio destacó que, en julio, mes crítico, se registra un excedente de 10.08 l/s, lo que representa un 73.58% más del caudal medio mensual, equivalente a 26998.3 m³ de agua. Este excedente se produce cuando hay un equilibrio hidrológico entre lo que oferta el río y lo que demanda la comunidad de Collana. Además, el modelo indica que el potencial hidrológico del río varía, alcanzando un máximo de 411,2 l/s en enero y un mínimo de 14,8 l/s en julio. Este estudio proporciona una referencia valiosa para la gestión sostenible de los recursos hídricos en la región. (5).

Seguidamente se encuentra el estudio titulado: "Determinación del Régimen de Caudales Ecológicos en el Cañón del Río Rimac". Este análisis se enfocó en establecer la administración de caudales en la cuenca del mencionado río, basándose en información recopilada de las estaciones hidrométricas de Tamboraque, Chosica y Sheque, aplicando el Método de Mantenimiento Básico Caudal hidrológico. Para contrastar los hallazgos, se efectuó el cálculo de los Valores Ecológicos de Referencia de Caudales, los cuales son definidos por la Autoridad Nacional del Agua, utilizando un enfoque estadístico. Además, se realizó una evaluación de la data resultante de los monitoreos de calidad de agua ejecutados por entidades gubernamentales, con el propósito de verificar el cumplimiento de las Normas Ambientales Nacionales de Calidad de Agua para Cuerpos de Agua Superficiales (ECA) en las zonas circundantes a Chosica, así como para estimar las cargas totales de contaminantes y proponer límites mínimos circulatorios que aseguren que las concentraciones de contaminantes no excedan ciertos niveles (6).

A continuación, la investigación elaborada en la Universidad Nacional Agraria titulada "Influencia del caudal en la calidad del agua de la parte baja del Río Lurín" destaca la importancia del caudal como elemento esencial en la autodepuración del río. Se ha observado que la sección inferior del Río Lurín sufre de contaminación, lo que hace crucial la evaluación de cómo el caudal afecta la calidad del agua en esta región. Se ha detectado una relación inversa considerable entre el caudal y varias cuantificaciones como la demanda bioquímica de oxígeno, la conductividad eléctrica, el pH y los sólidos disueltos totales, particularmente

en las tres estaciones de monitoreo. Estos indicadores tienden a incrementarse con la disminución del caudal. Además, el aporte de agua de las fuentes primarias de Tello y San Bartolo, sumado a las aguas residuales no tratadas de Pachacamac, ha provocado un aumento del déficit de oxígeno, alcanzando un máximo de 7,5 mg/l en la temporada seca, particularmente cerca de la desembocadura del río. No obstante, es importante mencionar que este déficit se redujo en un 94% durante la temporada invernal en comparación con la temporada seca. A pesar de la influencia positiva del caudal en ciertos meses, los parámetros mencionados no siempre cumplen con los ECA (Estándares de Calidad Ambiental), lo que resulta en daños al ecosistema y a los habitantes locales. (7).

En este mismo orden de ideas, se presenta el trabajo titulado "Análisis del Proceso de Adecuación de las Normas Ambientales Nacionales para el Agua en la Actividad de la Mediana y Gran Minería, 2008–2016", el cual aborda la implementación del principio de gradualidad, un concepto fundamental en los derechos humanos y reconocido en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, en el contexto de la regulación de las ECA. Este análisis destaca cómo, desde la puesta en vigor del ECA-Agua en 2008 y su posterior modificación en 2015 y 2017, los lapsos para la implementación de los instrumentos de adecuación han experimentado cambios significativos. Se resalta la falta de objetivos claros en el proceso de adecuación, lo que podría explicar las deficiencias observadas en el ECA-Agua durante los últimos años. El estudio fue realizado siguiendo los lineamientos del Ministerio del Ambiente y examina los elementos y aspectos clave en la Sección que se han revisado y analizado en relación con los procesos de adecuación mencionados (8).

Posteriormente, se realizó una investigación titulada "Calidad del agua en la microcuenca del Río Chalhahuacho utilizando los estándares de calidad ambiental para riego y consumo humano (ECA 3) en la zona de Chalhahuacho, Cotabambas - Apurímac- 2016". Este estudio determinó que la expansión de las ciudades y la extensión de sus límites sin una adecuada planificación urbana puede causar graves problemas en los recursos naturales, particularmente en los hídricos, siendo los ríos los más afectados por este crecimiento desordenado y acelerado. Se evaluaron dos puntos de la zona urbana, y las muestras recogidas se enviaron al laboratorio para su valoración conforme a los estándares de la ECA categoría III. Tras el análisis, se observó que el punto M-02 cumplía con todos los estándares

establecidos, mientras que el punto M-01 no los alcanzaba, superando los valores de los parámetros para coliformes totales (16,000 NMP/100 ml), coliformes termo-tolerantes (1,600 NMP/100 ml) y contaminación termo-tolerante indicada por *Escherichia coli* (920 NMP/100 ml).

Finalmente, se concluyó que el agua en la parte baja de la microcuenca no cumple con los requisitos de la categoría III de la ECA para la producción agrícola y la cría de animales debido a su contaminación con desechos termo-tolerantes tanto de origen humano como animal, lo que la hace inapropiada para el consumo de cualquier ser vivo. (9).

Finalmente, se presenta la investigación denominada "Calidad ecológica del Riachuelo Oviedo en la provincia de Tambopata – Madre De Dios". Este análisis, llevado a cabo desde enero hasta julio del año 2017, examinó la influencia de las actividades humanas, en particular la minería, sobre el río Oviedo, tributario del río Madre de Dios en Perú. La metodología del estudio incluyó la división del área de estudio en cinco zonas distintas para evaluar tanto la calidad hidromorfológica como la biológica. Los hallazgos del estudio indicaron que las secciones 02 y 04 poseían una calidad ecológica alta, mientras que las secciones 01, 03 y 05 presentaron una calidad media. Se identificaron 29 familias de macroinvertebrados en total, destacando la familia Chironomidae con una presencia del 31%. La sección 03, la más impactada por la minería de oro, fue la que evidenció la calidad más baja durante los tres meses que duró la evaluación. En conclusión, el estudio destaca que la variabilidad de la calidad ecológica del riachuelo Oviedo es más notable en la sección 3 (10).

2.1.3 Antecedentes Regionales y Locales

El trabajo titulado “Índice de calidad de agua, aplicando el Icarhs en el río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco - 2021”, explica que entre el mes de octubre y el mes de diciembre de 2021, se llevó a cabo un estudio en el trecho Paclamayo - Pucruto del distrito de Urubamba, con el objetivo de valorar la calidad del agua del río Vilcanota. Se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la Región Hidrográfica Sur (ICARHS) de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. En el estudio se estudiaron diversas medidas tanto orgánicas como físico-químicas, incluyendo el Oxígeno Disuelto (OD), la Demanda Bioquímica de Oxígeno

(DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO), y la presencia de Coliformes Termotolerantes, así como niveles de pH y metales como el Cobre, Arsénico, Boro Aluminio, Manganeso, Plomo, Hierro y Cadmio. Las muestras se recolectaron de tres diferentes sitios de monitoreo en momentos de crecidas y sequías. Los datos recabados, procesados tanto directamente en el campo como por el acreditado laboratorio Louis Pasteur de INACAL, indicaron niveles de contaminación moderados. (11)

2.2 Bases teóricas

2.2.1.- Agua, recurso de vida

El agua es un elemento indispensable para la naturaleza, forma parte de todos los ecosistemas y es necesaria para la reproducción y el mantenimiento de la vida en la Tierra. Sin ella el desarrollo de los ecosistemas y la vida no sería posible, por lo que no es de extrañar que los seres vivos estén compuestos de casi un 70% de agua y el planeta tierra también este rodeado de un 70% de agua, por supuesto, no toda es apta para el consumo humano, pero es necesaria para la vida (12).

Tener fuentes de agua es una necesidad, desde la antigüedad, las sociedades han recurrido al agua para mantener su crecimiento económico y prosperar, a través de prácticas como la agricultura, la pesca o la generación de energía. Además de ello, es indispensable para todos los procesos metabólicos, por eso es de suma importancia consumir agua potable (13).

La contaminación y la escasez del agua amenazan la calidad de vida y la salubridad de las poblaciones, sin embargo, sus efectos sobre el medio ambiente son aún más generalizados. El flujo libre de agua no contaminada es clave para mantener los ecosistemas, la escasez de agua daña los ambientes acuáticos, húmedos y terrestres, ejerciendo una presión adicional sobre la flora y la fauna ya afectadas por la urbanización y el cambio climático (14).

2.2.2.- Características del agua

Las propiedades del agua desde el punto de vista físico son las siguientes:

- Posee una densidad de 1 g/cm^3
- En fase líquida, su margen de temperatura es muy amplio, va de 0 a 100 °C, siendo los 0°C su punto de helamiento y los 100 °C su punto hervor, para ambos casos estos valores son a nivel del mar.

- Su constante dieléctrica es elevada, esto permite que las sales inorgánicas, en su mayoría puedan disolverse en ella y que además las disoluciones tengan la capacidad de conducir la electricidad.
- Su calor de vaporización y su calor específico son muy elevados, esto permite que, durante las reacciones de carácter exotérmico, el calor pueda ser fácilmente absorbido o eliminado.
- Su tensión superficial es elevada, esto provoca que tenga un carácter elástico y pegajoso.

En cuanto a las propiedades químicas del agua:

- Sus moléculas se mantienen unidas entre sí porque un lado de la molécula tiene carga positiva mientras que el otro tiene carga negativa.
- En relación a su carácter dipolar, las moléculas forman una envoltura de solvatación ya que estas se orientan en torno a las partículas polares o iónicas.
- Contienen nutrientes y minerales de mucho valor.
- En su estado puro, tiene un pH neutro, es decir, no es ni básica ni ácida.
- La unión del agua y las sales forma hidratos.
- Tiene la capacidad de reaccionar con óxidos ácidos y básicos y con el metal

Obtenida esa información, esta es comparada con los estándares de agua de cada país y con ello se decide si esta es o no apta para el consumo, ya que, por ejemplo, no es lo mismo un agua que vaya a ser utilizada para lavar, a un agua que vaya a ser utilizada para el consumo. El agua y su calidad, es una cuestión de gran relevancia a nivel mundial, puesto que, muchas enfermedades derivan de consumir agua contaminada y, en los últimos años, la presión hacia este recurso ha ido en aumento, principalmente por el hecho que la población humana también ha ido en aumento y esto ha traído como consecuencia un incremento en los centros urbanos y en la cantidad de desechos. En las áreas rurales la problemática de la calidad del agua es aún mayor, puesto que muchas poblaciones no tienen un correcto suministro de agua de manera que consumen agua que muchas veces no es apta para el consumo en los seres humanos.

En el Perú, el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, promulgado por el Ministerio de Salud MINSA y aprobado mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA, es el que se basa el país para medir la calidad del agua. Este indica que:

- En caso de aplicar cloración, el 90% de las muestras tomadas en un mes, el agua no debe poseer menos de 0.5 mgL⁻¹ de cloro residual. Del 10% de las muestras restantes, estas no deben poseer menos del 0.30 mgL⁻¹ de cloro residual libre.
- Con respecto a la turbidez, el agua debe poseer menos de 5 (cinco) UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad).

Como se indicó anteriormente, los parámetros y metas para la medición de la calidad del agua diferirán en función de si el agua está destinada para uso del ser humano (agua potable), o uso industrial, agrícola o para la recreación o mantenimiento del bienestar ambiental (12).

2.2.3. Contaminación del agua por materia orgánica

La demanda elevada de oxígeno disuelto (DO) en cuerpos de agua y sedimentos, resultante de la oxidación de sustancias orgánicas e inorgánicas, es un indicador significativo del impacto negativo de la contaminación orgánica en ecosistemas acuáticos. Este fenómeno reduce las concentraciones de oxígeno, lo que puede desencadenar una serie de consecuencias ecológicas adversas, incluyendo la muerte de peces, la aparición de olores ofensivos y otros efectos nocivos. Por lo tanto, el DO se establece como un elemento crítico de energía para la vida acuática y un parámetro primordial en la valoración de la calidad del agua y la contaminación (13).

2.2.4 Contaminación por metales pesados en sedimentos

Es crucial analizar los sedimentos para detectar metales pesados, ya que estos elementos son extremadamente venenosos, tienen la capacidad de permanecer en el ambiente por periodos extensos y los organismos vivos los acumulan con rapidez. La manera en que los seres vivos absorben estas sustancias tóxicas varía; por ejemplo, los metales en su estado iónico son más susceptibles de ser absorbidos que en su estado elemental. Los efectos perjudiciales de los metales pesados pueden no ser evidentes inmediatamente, pero con el tiempo, pueden tener consecuencias significativas en la salud de la población (13).

2.2.5 Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Estos hacen mención a las características, en cuanto a los niveles de concentración, parámetros biológicos y químicos, así como a la alteración física que están presentes en el agente receptor (suelo, agua, aire), sin establecer un riesgo para la salubridad o el ambiente. Expresados en rangos, mínimos o máximos, conforme a las políticas públicas que rigen el tratamiento del agua en este caso de estudio. Se caracterizan como instrumentos de gestión, que permiten establecer límites en el contenido de las sustancias en el agua, que admite un ente receptor a fin de dirigir correctamente su uso protegiendo al medio ambiente y el consumo humano (16).

De igual manera estos estándares establecen un Límite Máximo Permitido (LMP): se refiere al grado más alto permitido de aglutinación, de partículas, tanto biológicas, químicas que se encuentran en el flujo de agua, que de ser excedido dañaría el ecosistema. Siendo el Ministerio del Medio Ambiente, así como del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, los responsables de cumplir las leyes y normativas. Sirve para mantener coherentemente la protección al medio ambiente, donde se desarrollan los ECA, por lo que su ejecución no debe superar la capacidad de los ecosistemas (16).

2.2.6 Verificación de la calidad del agua para proteger sus usos

Para utilizar de manera plena los recursos hidrológicos limitados e impulsar su protección, disminuyendo la contaminación, es esencial confiar en tecnologías innovadoras, incluidas tecnologías mejoradas localmente. De esta forma, el agua que las personas utilizan para sus diversos quehaceres debe tener algunas propiedades o componentes esenciales que aseguren una calidad suficiente sin representar un peligro para la salud o el ecosistema, así como incrementar la eficacia del agua (17).

Como resultado, los criterios para determinar en el agua su calidad tienen por objeto determinar la gama de contaminantes o sustancias permitidas en el agua que no dañan significativamente el medio ambiente, la salud humana u otros seres vivos. Además, tenemos indicadores de calidad, que apuntan a preservar y proteger los usos asignados de agua dulce orientado al consumo público, ganancias, explotación, también actividades recreativas, pesca

y entre otras, al tiempo que respaldan la diversidad acuática y la función del ecosistema. Estos objetivos se plantean como respuesta a la definición de estándares de calidad en el agua. Establecer objetivos de calidad en el agua es una actividad política que requiere una evaluación crítica de las prioridades nacionales en lugar de ser una tarea científica (18).

2.2.7 Estatus de la calidad de los recursos hídricos en Perú

La información sobre la calidad del agua en el territorio nacional, comprendida entre los años 2000 y 2014, se encuentra accesible a través de la Autoridad Nacional del Agua, entidad que lidera el Sistema Nacional para la Administración de los Recursos Hídricos. La Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hidrológicos destaca los logros obtenidos, tal como se refleja en el documento siguiente: Entre 2000 y 2012, los análisis de la optimización de los recursos hidrocarburíferos revelan que los niveles de coliformes termotolerantes, arsénico, cadmio y plomo (utilizados en riego) vinculados a la descarga de residuos cloacales, los pasivos ambientales mineros, la minería no regulada (según corresponda) y las características geológicas naturales, evidencian variados grados de influencia en la calidad de los recursos hidrocarburíferos destinados al riego (en tres puntos específicos) y también en la actividad pesquera (19).

Los elementos principales que inciden en la disminución de la calidad del agua son la ausencia de un tratamiento adecuado, la polución originada en actividades mineras y el uso de productos agroquímicos. La Autoridad Nacional del Agua ha identificado y ratificado diversas estrategias para el manejo de recursos hídricos, dentro de las cuales se reconocen dos causas fundamentales que afectan la pureza del agua: primero, la falta de un control efectivo sobre los desechos que se vierten en cuerpos de agua y segundo, un sistema deficiente en el tratamiento de las aguas servidas (20).

Residuos sólidos:

Los residuos sólidos comprenden aquellos productos, sustancias o subproductos en estado semisólido o sólido que el generador debe eliminar o se ve en la obligación de hacerlo debido a las regulaciones nacionales o los peligros que representan para el ambiente y la salud. Esta categoría también abarca los desechos originados por fenómenos naturales. Dicho de otro

modo, son todos esos productos o sustancias que ya no requerimos y que, en ciertas ocasiones, tienen el potencial de ser reutilizados.

La diversidad en su composición es amplia y está influenciada por las costumbres predominantes en los sitios de recolección, así como por el nivel socioeconómico, el desarrollo y la cultura del lugar. Por tanto, es crucial identificarlos para desarrollar un plan de gestión adecuado, lo que incluye el conocimiento de los materiales susceptibles de ser segregados.

Residuos sólidos Municipales:

Los desechos que se producen en los hogares durante las rutinas diarias consisten en elementos como sobras de comida, periódicos, revistas, envases de todo tipo, botellas, latas, cajas de cartón, pañales usados, productos de higiene personal y otros artículos comparables. De manera similar, se incluyen los residuos originados en lugares donde se ofrecen bienes y servicios comerciales, por ejemplo: restaurantes mercados de alimentos, bares, supermercados, lugares para eventos o convenciones, comercios, bancos, y oficinas, así como en otras áreas de trabajo comercial y actividades laborales equivalentes.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1.- Método y alcance de la investigación

El método por utilizar para la presente investigación es científico. Se medirán variables fisicoquímicas y microbiológicas del agua, los datos obtenidos de las muestras se analizarán, permitirán la comprobación de hipótesis y así se evaluará el grado de contaminación ambiental. Enfoques cualitativo y cuantitativo.

3.1.1.- Nivel de investigación

Esta investigación se clasifica como correlacional-explicativo, empleando una técnica estadística que permite analizar la relación entre dos o más variables. Su objetivo es medir tanto la intensidad como la dirección de estas relaciones, sin pretender establecer una conexión de causa y efecto. Además, la investigación no incluye la implementación de ningún diseño específico. Como investigación explicativa, se realiza para abordar un problema que no ha sido suficientemente explorado anteriormente, lo que requiere la definición de prioridades, la creación de definiciones operativas y el desarrollo de un modelo mejor fundamentado. (21).

Lo que se describió en el párrafo anterior aplica para nuestra investigación, ya que se recogerá información de los encuestados, quienes valoraran el recurso hídrico.

3.1.2.- Tipo de investigación

Este proyecto se encuadra dentro de una investigación aplicada, pues su objetivo principal es producir conocimiento que tenga una aplicación directa para resolver problemas concretos de la sociedad o en el ámbito del sector productivo. Estas investigaciones se apoyan esencialmente en los descubrimientos tecnológicos naturales de la investigación básica, desempeñando un papel crucial en el proceso que vincula la teoría con la generación de soluciones o productos prácticos. Al conectar los avances teóricos con las necesidades reales, la investigación aplicada contribuye a transformar el conocimiento en herramientas útiles y eficaces que beneficien a la comunidad y mejoren los procesos productivos. (21).

3.2 Diseño de la investigación

Esta investigación acoge un diseño no experimental, lo que, según Hernández (22), se refiere a estudios en los que no se manipulan deliberadamente las variables. En este enfoque, los fenómenos se observan tal como ocurren en su entorno natural y luego se analizan sin intervención. Se trata de un estudio transversal, caracterizado como un tipo de investigación observacional que examina datos de variables recopilados en un espacio de tiempo particular para una muestra de población o un subconjunto previamente definido (22). Además, es de tipo descriptivo, lo que implica que su propósito es recoger y presentar la información tal como se observa, sin introducir modificaciones en las variables ni realizar experimentos. Este enfoque permite una comprensión detallada de los fenómenos en su contexto real, proporcionando una visión clara de la realidad sin alterarla.

3.3 Población y muestra

Para Hernández, (22) “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

Población

Está conformada por la cuenca media del Río Vilcanota provincia de Urubamba, enmarcada en el departamento del Cusco. En una longitud de (5 km) del tramo del río Vilcanota en el distrito de Ollantaytambo. Siendo la coordenada del punto de inicio con latitud 13°15'33.21"S y longitud 72°15'8.92"O y las coordenadas del punto final, con latitud 13°15'3.01"S y longitud 72°17'26.76"O respectivamente.

Figura 2. Tramo de estudio del Río Vilcanota en Ollantaytambo.



Fuente. Google earth.

Muestra

La muestra está enmarcada en 5 puntos estratégicos definidos como punto Ollantaytambo N° 1 y punto de muestra Ollantaytambo N°5 en un tramo de 5000 metros del rio Vilcanota en el distrito de Ollantaytambo.

1. Muestra 1, (latitud en $13^{\circ}15'33.21''S$ y longitud $72^{\circ}15'8.92''O$)
2. Muestra 2, (Latitud. - $13^{\circ}15'45.98''S$ y Longitud. - $72^{\circ}15'26.46''O$)
3. Muestra 3, (Latitud. - $13^{\circ}15'46.83''S$ y Longitud. - $72^{\circ}16'16.83''O$)
4. Muestra 4, (Latitud. - $13^{\circ}15'19.86''S$ y Longitud. - $72^{\circ}16'50.27''O$)
5. Muestra 5, (con latitud $13^{\circ}15'3.01''S$ y longitud $72^{\circ}17'26.76''O$)

El análisis se realizó con muestras de 2 litros de volumen cumpliendo con el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, el cual es un requisito ineludible para cualquier plan de monitoreo tanto para cuerpos marino-costeros como para aguas continentales.

3.4.- Técnicas e instrumentos

- A. Sectorizar área de estudio
- B. Elaboración de formatos y preguntas
- C. Aplicación de encuestas y entrevistas
- D. Registro de campo
- E. Toma de muestras
- F. Análisis de laboratorio
- G. Análisis de datos
- H. Análisis e interpretación de resultados

Con respecto a la técnica se utilizó la encuesta y las mediciones de campo.

En relación a los instrumentos se utilizó una ficha de recojo de datos para anotar información de campo y demás datos de interés. También se utilizó una ficha de encuestas las cuáles fueron repartidas a la población para tener los datos que posteriormente fueron analizados. La encuesta se encuentra en la sección de anexos.

Se utilizó la técnica de la observación para realizar la caracterización del recurso hídrico, Para el tratamiento previo de datos se usó Microsoft Office Excel, mediante el análisis se determinó los resultados estadísticos descriptivos.

Análisis de datos

La información que ha sido recopilada y procesada se utilizará para enriquecer la elaboración del texto y para comparar los hallazgos de estudios previos con los que emerjan del presente estudio. La generación de estadísticas descriptivas y la creación de gráficos se efectuaron empleando el programa Excel. Observando los histogramas pertinentes, se procedió a especificar las propiedades de la variable junto con sus dimensiones.

3.5 Validez y confiabilidad

La validación de los instrumentos se realizó mediante el método de “análisis de muestras de agua en laboratorio” resultados de laboratorio acreditados por Inacal. Para este procedimiento se ha seleccionado un laboratorio local con acreditación por Inacal.

Al laboratorio se les ha suministrado las muestras para su análisis donde se determinarán los resultados.

3.6 Procedimiento experimental

3.6.1 Trabajo de campo

Muestreo:

Las muestras fueron tomadas en envases rotulados y esterilizados, realizando el llenado y el cerrado herméticamente para su transporte al laboratorio.

Parámetros físicos:

Se tomaron datos *in situ*, la temperatura se medirá con un termómetro, el pH con un pHmetro o medidor de pH, la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos con un conductímetro.

Parámetros químicos:

La medición del oxígeno disuelto se llevó a cabo utilizando un oxímetro, mientras que para el análisis de otras variables químicas se recolectaron muestras de agua en recipientes previamente etiquetados. La recolección se realizó en el centro de la corriente, orientando el envase en contra de la dirección del flujo del agua, evitando áreas con turbulencia excesiva, y tomando en cuenta tanto la profundidad como la velocidad de la corriente. Las muestras fueron posteriormente almacenadas en un contenedor refrigerado para garantizar su conservación óptima hasta su llegada al laboratorio, asegurando que las condiciones se mantuvieran adecuadas para el análisis químico. Este procedimiento fue diseñado para

minimizar cualquier alteración en la composición del agua durante el transporte y preservar la integridad de los datos a analizar.

Para la demanda bioquímica de oxígeno se utilizó la prueba DBO5, la cual consiste en incubar por 5 días botellas cerradas herméticamente que contengan la muestra de agua del río. Se mide el oxígeno disuelto el primer día y luego del periodo de incubación, la demanda bioquímica de oxígeno fue entonces la resta del oxígeno disuelto inicial y final.

Los nitratos se midieron con el método de Kjeldhal, los sulfatos método del espectrofotómetro y la dureza con el método de EDTA.

Parámetros Biológicos

Se tomaron muestras de agua para realizar el análisis de coliformes totales y termo-tolerantes a través del número más probable (NMP).

3.6.2 Trabajo de gabinete

Los resultados del análisis de las muestras se han organizado mediante el uso de mediciones, tablas y representaciones gráficas. Estos resultados se han examinado y explicado conforme a los objetivos establecidos previamente y de acuerdo con las regulaciones ambientales actuales.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de los residuos sólidos presentes en el río

La gestión de los residuos sólidos en Ollantaytambo es una tarea organizada por la Municipalidad, que asegura de que los desechos de los ciudadanos sean recogidos y depositados adecuadamente en el botadero de Hawacollayniyoc, situado en el distrito de Maras. La recolección se lleva a cabo en turnos para cubrir todos los sectores urbanos. En Qosqo Ayllu, caracterizado por sus calles peatonales, la recolección diaria se efectúa con triciclos que transitan de sur a norte, pasando por la plaza principal y otras áreas significativas. Los residuos son luego transportados en camión para su eliminación final. Los barrios de Maskabamba, Alameda Cien Ventanas, Araccama y San Isidro, por su parte, entregan sus residuos al camión municipal cada dos días. En Huayroncoyocpampa, la recolección por parte del camión municipal es semanal. Además, la Municipalidad emplea a un equipo de diez mujeres como barredoras, quienes limpian desde las 4:00 a.m. hasta las 10:00 a.m., zonas como Qosqo Ayllu y las plazas principales y Manyaraqui. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, aún se detectan acumulaciones de residuos en ciertas áreas urbanas y a lo largo de las riberas de los ríos Vilcanota y Patacancha, lo que indica que aún hay margen de mejora en la gestión de residuos de la localidad.

4.1.1 Sistema de Alcantarillado

La calidad del agua del río Vilcanota se ve afectada directamente por el sistema de alcantarillado y la gestión de los residuos. La configuración topográfica de la ciudad permite que las aguas negras se desplacen naturalmente de norte a sur, convergiendo en los ríos Vilcanota y Patacancha. Aproximadamente el 70% de los habitantes están conectados a la red de alcantarillado, que se distribuye mediante tres conductos principales. Uno de estos conductos recoge las aguas residuales de áreas como Qosqo Ayllu, Tejarpata, Tejar, la Plaza Principal, Maskabamba, Alameda Cien Ventanas y Pillcohuasi, cruzando la zona agrícola de Maskabamba y vertiendo las aguas sin tratar en el río Vilcanota. Otro conducto, que pasa por la Calle Occobamba, acumula las aguas residuales de Miskanapampa, Bandolista, Calle Occobamba y Av. Estación, descargándolas sin tratamiento en el río Patacancha.

Desde Miskanapampa hasta la estación de tren, el río Patacancha recibe directamente aguas residuales de casas y hoteles. En los barrios de Araccama y San Isidro, las aguas negras se dirigen hacia el sur hasta San Isidro, donde se vierten en un pozo séptico y dos pozos de filtración cercanos al río Vilcanota, fluyendo posteriormente hacia el río. Las viviendas en construcción ubicadas al sur de las urbanizaciones San Isidro y Pillcohuasi, así como al sur de Maskabamba, carecen de conexión al sistema de alcantarillado y descargan sus aguas residuales en canales de riego. En Santa Rosa, zona de la estación de tren y varios hoteles, también se carece de sistema de alcantarillado., y las aguas residuales se vierten en los ríos Vilcanota y Patacancha.

En la comunidad de Qosqo Ayllu, se identifica la presencia de hogares dispersos que no disponen de instalaciones sanitarias apropiadas. Estos utilizan pozos inadecuados y corrales próximos a sus viviendas, originando así puntos críticos de polución. Por otro lado, las aguas negras de la zona urbana son dirigidas por un sistema de drenaje hacia áreas de descarga como los ríos Patacnacha y Vilcanota. En estas corrientes, al igual que sucede en otras localidades del Valle Sagrado, las aguas no reciben tratamiento alguno, impactando negativamente en la calidad de estos cuerpos de agua.

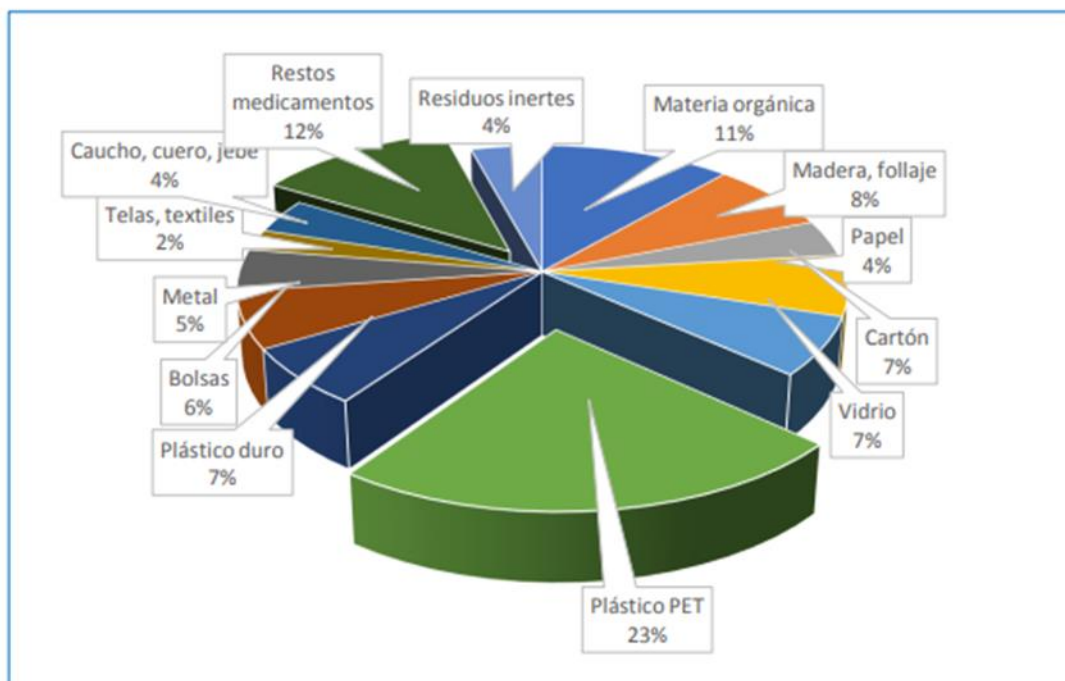
4.1.2 Contaminación del Río Vilcanota

En Ollantaytambo, predominantemente las aguas servidas son de tipo doméstico y se conocen como aguas negras. La infraestructura de saneamiento local recoge estas aguas a través de tres sistemas principales de alcantarillado que sirven a diferentes áreas de la urbe, para finalmente ser descargadas en el cauce del río Vilcanota. Cuando un río, como el Vilcanota, recibe estas aguas sin tratar, su calidad se deteriora, ya que los contaminantes alteran sus propiedades físicas, químicas y biológicas, impidiendo que cumpla con los criterios necesarios para los usos naturales previstos. Aunque los ríos tienen mecanismos naturales de limpieza gracias a los microorganismos que descomponen las sustancias y al movimiento del agua que facilita la oxigenación, estos procesos pueden verse sobrepasados si la contaminación es demasiado intensa y persistente, resultando en una reducción importante de la capacidad del río para purificarse por sí mismo.

La calidad del agua destinada al consumo humano se considera adecuada si no contiene residuos sólidos que puedan constituir una amenaza para la salud. Para asegurar que el agua no resulte dañina, se han establecido estándares que definen los límites aceptables de residuos sólidos. Dichos estándares son supervisados por entidades como la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud. En la localidad de Ollantaytambo, las fuentes de agua y los depósitos se sitúan en áreas elevadas y periféricas, tales como Musccapucjio, Callispucjio y Simapucjio, que proveen agua a los tanques de almacenamiento en el sector Bandolista, los cuales tienen capacidades de 100 y 50 metros cúbicos. Para la producción del agua potable, se emplea la técnica de cloración por goteo, aplicando una proporción de 2.0 kilogramos de cloro por cada 1,100 litros de agua.

En resumen, se observa la presencia de desechos sólidos en el río Vilcanota, como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 3. Caracterización de los Residuos Sólidos Presentes en el Río Vilcanota



Fuente: Elaboración Propia

Se determina que la constitución de los residuos sólidos existentes en el río Vilcanota es predominantemente inorgánica con un 59% conformado por cartón, vidrio, plástico, metales, textiles y caucho, seguidos por residuos no aprovechables con un 22% (bolsas de un solo uso, pilas, restos de medicamentos, residuos inertes, y otros). Finalmente, los residuos orgánicos representan un 19% (residuos de alimentos, madera y follaje).

4.2 Fuentes que causan contaminación y la disminución de la calidad ambiental del agua

En la región de Ollantaytambo, se han identificado múltiples fuentes de contaminación ambiental. Los análisis de campo revelaron la presencia de contaminantes en varios sitios, incluidas las muestras de agua tomadas del río Vilcanota. Las descargas municipales, originadas por actividades domésticas y urbanas, junto con los desechos sólidos, constituyen las principales causas de contaminación en esta área. Aunque en menor medida, las operaciones agrícolas y ganaderas también contribuyen a este problema, al igual que el turismo, cuyo impacto está en ascenso.

Los fenómenos naturales, como las precipitaciones, son responsables de arrastrar sedimentos desde el lecho del río y las quebradas cercanas, lo que provoca la acumulación de materiales en las orillas y cambios menores en el curso del río. Estos procesos afectan negativamente la biodiversidad y el ecosistema fluvial. Por otro lado, las actividades humanas, especialmente el desecho de aguas residuales urbanas del río Huatanay, que actúa como colector de desechos de varias comunidades, son una fuente significativa de contaminación antropogénica. La ganadería y otras industrias también tienen un papel en la degradación ambiental, aunque en una escala más reducida.

El río Patacancha, situado cerca de Ollantaytambo, sufre la contaminación por sustancias líquidas y sólidas, principalmente de origen urbano y doméstico, lo que perjudica la vida silvestre y la vegetación ribereña, sobre todo en la estación seca.

La dispersión de las actividades agrícolas y ganaderas a lo largo del valle dificulta el control de la contaminación orgánica. La falta de conocimiento sobre el nivel exacto de contaminantes agroquímicos, que pueden ser arrastrados directamente al río con las lluvias, plantea un desafío adicional para la gestión ambiental en la región.

Finalmente, el manejo de desechos sólidos en Urubamba incluye la ciudad y Huayllabamba, mientras que en otras localidades no se dispone de tal servicio. La ausencia de gestión adecuada lleva a la utilización de vertederos o, en ciertas situaciones, al depósito directo de desechos en el río. Además, el incremento del turismo en la región agrava la contaminación, particularmente por el uso de productos plásticos.

Tabla 2. Indicadores de Afectación por Fuentes de Contaminación

Fuentes de Contaminación	Afectación
<i>Fuentes naturales</i>	Generación de Contaminación Visual. Alteración de la diversidad y del ecosistema natural del río.
<i>Aportes de carga por residuos sólidos</i>	
<i>Fuentes antrópicas</i>	Disminución de la Calidad del Agua al desbalancearse los indicadores de materia orgánica y de los parámetros fisicoquímicos del río. Presencia de Agroquímicos contaminantes en el río. Disminución del turismo.
<i>Aportes de carga orgánica de actividades ganaderas y otras actividades</i>	

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua del río Vilcanota

4.3.1. Resultados del Monitoreo

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos de la vigilancia efectuada en cinco localizaciones de muestreo. Se incluyen tanto los parámetros registrados directamente en el terreno como aquellos que el laboratorio, certificado por INACAL, analizó posteriormente:

Tabla 3. Resultados del monitoreo

Materia Orgánica				Físico - químico Metal									
Puntos de Monitoreo	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	OD (mg/L)	Coliformes Termo tolerantes (NMP/100ml)	pH	Arsénico (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Hierro (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Plomo (mg/L)	Boro (mg/L)	Cobre (mg/L)
Muestra 01	19.87	38.1	2.08	70000	8.61	0.01837	3.42	0.66442	11	<0,00001	0.01735	0.219	0.15
Muestra 02	7.95	12.7	2.09	35000	7.95	0.02164	5.15	0.76721	15	<0,00001	0.02171	0.256	0.0206
Muestra 03	23.18	46.67	2.08	35000	8.17	0.0184	4.92	0.75596	13	<0,00001	0.02217	0.244	0.0189
Muestra 04	22.19	45.76	2.08	35000	8.10	0.0184	5.10	0.76721	14	<0,00001	0.02219	0.257	0.0195
Muestra 05	20.90	46.01	2.07	37500	8.01	0.0185	5.18	0.76723	13	<0,00001	0.02237	0.245	0.0193

En el distrito de Ollantaytambo, a lo largo de un segmento de 5000 metros del río Vilcanota, se han registrado datos en cinco puntos específicos de muestreo. Estos puntos han sido identificados previamente en una tabla y representan las áreas con mayor presencia de contaminantes sólidos en el agua. A continuación, se detallan las posiciones exactas donde se recolectaron estas muestras:

1. Muestra 1, coordenada norte N: 8532549.76 y coordenada E: 797734.58
2. Muestra 2, coordenada norte N: 8532171.98 y coordenada E: 797202.87
3. Muestra 3, coordenada norte N: 8532162.57 y coordenada E: 795685.34
4. Muestra 4, coordenada norte N: 8533002.86 y coordenada E: 794687.42
5. Muestra 5, coordenada norte N: 8533544.04 y coordenada E: 793582.78

Siguiendo el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", se realizó un análisis exhaustivo de 13 parámetros físico-químicos, metálicos y orgánicos en programas de monitoreo de aguas continentales y costeras, siendo este un paso esencial. Entre los parámetros evaluados se encuentran el pH, Arsénico, Oxígeno Disuelto, DQO, Hierro, Coliformes Termotolerantes, DBO5, Plomo, Aluminio, Cadmio, Manganeso, Cobre y Boro. Estos parámetros se cotejaron con los estándares del ECA-Agua categoría 3 para detectar indicadores críticos de contaminación que comprometan la calidad del agua.

4.3.2. Cálculo y Valorización del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales

En la Tabla 4, El 16 de diciembre, se realizó un monitoreo en cinco puntos a lo largo del tramo, cuyos resultados se detallan en la Tabla 3. Para este propósito, se empleó un dispositivo medidor multiparamétrico que permitió la medición de los parámetros de pH y Oxígeno Disuelto en el terreno, mientras que el laboratorio local se encargó de evaluar los restantes parámetros, que incluyen Coliformes Termotolerantes, Aluminio, Hierro, Arsénico, Cadmio, DQO, Manganeso, Boro, DBO5, Cobre y Plomo. Este monitoreo se realizó siguiendo lo establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

Tabla 4: Comparación de los valores del monitoreo con los valores establecidos en el ECA

PARAMETROS A EVALUAR ICARHS	UNIDADES	ECA Cat. 3		Monitoreo					
		Riego de vegetales	Bebida de animales	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04	Muestra 05	
PARAMETROS MATERIA ORGANICA	DBO5	mg/L	15	15	19.87	7.95	23.18	22.19	20.90
	DQO	mg/L	40	40	38.1	12.7	46.67	45.76	46.01
	OD	mg/L	≥ 4	≥ 5	2.08	2.09	2.08	2.08	2.07
	Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	1000	2000	70000	35000	35000	35000	37500
PARAMETROS FISICO - QUIMICO METAL	pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4	8.61	7.95	8.17	8.10	8.01
	Arsénico	mg/L	0.1	0.2	0.01837	0.02164	0.0184	0.0184	0.0185
	Aluminio	mg/L	5	5	3.42	5.15	4.92	5.10	5.18
	Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.66442	0.77722	0.75596	0.76721	0.76723
	Hierro	mg/L	5	...	11	15	13	14	13
	Cadmio	mg/L	0.01	0.05	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
	Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.01735	0.02171	0.02217	0.02219	0.02237
	Boro	mg/L	1	5	0.219	0.256	0.244	0.257	0.245
Cobre	mg/L	0.2	0.5	0.15	0.0206	0.0189	0.0195	0.0193	
DATOS	Numero de parámetros que NO cumplen							8	
	Numero de parámetros a Evaluar							13	
	Numero de datos que NO cumplen el ECA							31	
	Número Total de Datos							65	

Fuente: Elaboración Propia (2023)

En el análisis comparativo con la normativa del ECA- Categoría 3, se observa que de 65 mediciones realizadas, 31 no se ajustan a los criterios requeridos. En particular, la Muestra 01 reveló la no conformidad de seis indicadores con los límites del ECA-Agua, siendo estos: DBO5 con 19.87

mg/L, Oxígeno Disuelto con 2.08 mg/L, Coliformes Termotolerantes con 70000 NMP/100ml, un pH de 8.61, Manganeso con 0.664 mg/L y Hierro con 11 mg/L. La Muestra 02 mostró cinco parámetros rebasando los límites, incluyendo Oxígeno Disuelto con 2.09 mg/L, Coliformes Termotolerantes con 35000 NMP/100ml, Aluminio con 5.15 mg/L, Hierro con 15 mg/L y Manganeso con 0.767 mg/L. Similarmente, la Muestra 03 excedió en seis parámetros, con DBO5 a 23.18 mg/L, DQO a 46.67 mg/L, Oxígeno Disuelto a 2.08 mg/L, Coliformes Termotolerantes a 35000 NMP/100ml, Manganeso a 0.756 mg/L y Hierro a 13 mg/L. Finalmente, las Muestras 04 y 05 superaron en siete indicadores los valores máximos permitidos por el ECA-Agua, incluyendo Aluminio, Oxígeno Disuelto, Hierro, Coliformes Termotolerantes, , DQO, Manganeso y DBO5.

Tabla 5. Cálculo y Valoración del ICARHS

		F1		0.615			
		F2		0.436			
CALCULO DE LOS FACTORES DEL ICARHS EXCEDENTES DE CADA PARAMETRO EN CADA MUESTRA DE MONITOREO	PARAMETROS	UNIDADES	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04	Muestra 05
	DBO5	mg/L	0.325		0.545	0.425	0.395
	DQO	mg/L			0.167	0.126	0.145
	OD	mg/L	0.923	0.914	0.923	0.923	0.919
	Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	34	16.5	16.5	16.5	17
	pH	Unidad de pH	0.013				
	Arsénico	mg/L					
	Aluminio	mg/L		0.03		0.02	0.04
	Manganeso	mg/L	2.322	2.836	2.780	2.795	2.799
	Hierro	mg/L	1.2	2	1.6	1.8	2
	Cadmio	mg/L					

Plomo	mg/L	
Boro	mg/L	
Cobre	mg/L	
Sumatoria de los excedentes		2.143
F3		68.183
		60.642
ICARHS		Malo

Fuente: Elaboración Propia (2023)

La evaluación meticulosa presentada en la tabla anterior abarca los parámetros de Alcance, Frecuencia, Amplitud y los excedentes, incluyendo su suma total. Inicialmente, se determinaron los excedentes mediante una fórmula particular, definiendo el excedente como aquel valor del parámetro que excede el umbral del ECA Agua, restándole uno al resultado de la comparación con el valor normativo del parámetro en el ECA Agua. Para los casos en que el valor del parámetro no alcanza el límite del ECA, como en los parámetros de pH y Oxígeno Disuelto, se aplicó una fórmula diferente. Posteriormente, con los datos obtenidos de las Tablas 9 y 10, se determinó los factores F1, F2 y F3. Finalizados los cálculos, se empleó una fórmula para establecer el Índice de Calidad del Agua basado en el Riesgo de Hidrocontaminación (ICARHS), definido como cien menos el cociente de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de F1, F2 y F3 entre 1.732. El ICARHS resultó ser 60.642, lo cual se cataloga como "MALO" de acuerdo con la escala de clasificación aplicada.

4.3.3. Capacidad de Autodepuración del Río Vilcanota

El río Vilcanota es un curso de agua que actúa como receptáculo con un caudal considerable, donde se registran niveles elevados de oxígeno y concentraciones de DBO por debajo de los 8 mg/L en ciertos puntos, esto se atribuye a la turbulencia y la pendiente del terreno. Gracias a procesos como la dilución, la sedimentación y la exposición a la luz solar, los microorganismos presentes tienen la capacidad de descomponer una gran cantidad de materia orgánica vertida y reintegrarla al ecosistema. Según los datos de EGEMSA, se proyecta un aumento en la concentración de este parámetro para el año 2025, alcanzando al menos los 30 mg/L, lo cual tendría un impacto significativo en la calidad del agua, tal como se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 6. Proyección de capacidad de autodepuración del río Vilcanota

Año	Oxígeno (mg/L)	DBO (mg/L)
2010	4.01	7.94
2015	3.52	14.69
2020	3.01	18.57
2025	2.0	30.0

Fuente: EGEMSA (2023)

Según los datos proporcionados por EGEMSA, se observa en la tabla anterior una evolución notable en las concentraciones de oxígeno disuelto y los niveles de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) en el río Vilcanota a lo largo de varios años. Estos parámetros son esenciales para determinar la salubridad del agua y evaluar la capacidad del ecosistema acuático para sustentar vida de manera saludable.

El oxígeno disuelto representa un indicador crítico de la salud ambiental de los cuerpos de agua, ya que niveles elevados suelen asociarse con ecosistemas fluviales vigorosos y equilibrados. Contrariamente, una disminución en estas concentraciones puede reflejar condiciones adversas para la fauna y flora acuáticas. Es preocupante notar que, entre los años 2010 y 2020, se ha registrado una tendencia descendente en los niveles de oxígeno disuelto en el río Vilcanota, particularmente en la región correspondiente al distrito de Ollantaytambo. Esta disminución sugiere posibles menoscabos en la calidad del agua, los cuales podrían estar afectando negativamente la biodiversidad y el funcionamiento ecológico del río.

Por otra parte, la DBO sirve como una medida clave de la cantidad de materia orgánica biodegradable encontrada en el agua. Valores elevados de DBO indican una mayor presencia de contaminantes orgánicos, lo que puede conducir a la disminución del oxígeno disponible y, consecuentemente, afectar la salud del ecosistema acuático. Alarmantemente, las proyecciones realizadas por EGEMSA apuntan a un aumento importante en los niveles de DBO para el año 2025. Este aumento proyectado plantea serias inquietudes sobre la futura capacidad del río Vilcanota para mantener procesos naturales de autodepuración y soportar la vida acuática de manera sostenible.

Identificar y abordar las causas fundamentales detrás de estas tendencias negativas es de suma importancia. Factores como las actividades humanas indiscriminadas, vertidos industriales sin control, prácticas agrícolas no sostenibles y cambios climáticos podrían estar aportando a la disminución de la calidad del agua en esta región. Implementar estrategias efectivas de gestión ambiental, como implementar un tratamiento efectivo de las aguas residuales, ejercer una regulación rigurosa sobre las emisiones industriales, fomentar métodos de cultivo respetuosos con el medio ambiente y rehabilitar las zonas aledañas a los ríos para contrarrestar las alarmantes tendencias actuales. Estas acciones son cruciales para proteger nuestros recursos hídricos y asegurar un futuro sostenible.

Es esencial para la sostenibilidad del río Vilcanota que se mantenga una vigilancia constante sobre los indicadores de calidad del agua, como el oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Esto permitirá verificar la efectividad de las acciones tomadas y garantizar que el río continúe siendo una fuente de ventajas ecológicas, económicas y sociales para las actuales y futuras generaciones. La preservación de los recursos acuáticos depende de la conciencia colectiva sobre su importancia y de la participación comunitaria activa. Instituciones estatales, ONGs, entidades privadas y ciudadanos deben trabajar unidos para crear y aplicar estrategias que preserven y mejoren la calidad del agua.

4.4 Potenciales efectos de la calidad del agua en el ecosistema acuático y en las actividades de los pobladores

La contaminación del agua en Ollantaytambo está estrechamente vinculada a las aguas residuales generadas por la población local. Estas aguas, que contienen residuos sólidos, fluyen directamente hacia el río Vilcanota sin ser tratadas previamente, lo que afecta negativamente las propiedades fisicoquímicas de este recurso hídrico.

Los datos de la Tabla 6 indican que, considerando la cantidad de desechos generados por los residentes y turistas, el distrito de Ollantaytambo produce cerca de 6.72 toneladas de residuos sólidos diariamente. Además, se calcula que la producción de basura por persona en el valle de Vilcanota es de aproximadamente 0.60 kilogramos por habitante al día, como se indica en la referencia (27). Según la composición porcentual de estos residuos, se destaca que más del 50% corresponde a materia inorgánica, tal como se ilustra en el gráfico 3.

Tabla 7. GPC de Residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Ollantaytambo

Distrito	Población Proyectada 2023	GPC Kg/Habit/día	Generación Domiciliaria Total de Residuos Sólidos Ton/día	Generación total de RRSS (Ton/mes)	Generación total de RRSS (Ton/año)
Ollantaytambo	11,000	0.60	6.72	201.6	2,419.2

Por lo tanto, es posible observar los impactos adversos derivados de la deficiente calidad del agua, originada por la generación de desechos, tanto en las prácticas de los habitantes del distrito de Ollantaytambo-Cusco como en el entorno del ecosistema acuático regional. A continuación, examinaremos estos efectos negativos en detalle.

4.4.1. Usos del Agua y Riesgos de Contaminación

El río Vilcanota y sus afluentes desempeñan un papel crucial en Ollantaytambo, siendo utilizados en una variedad de actividades domésticas y económicas en el área estudiada, teniendo en cuenta su disponibilidad, accesibilidad y calidad. Los manantiales y arroyos son las fuentes de recarga más utilizadas, especialmente en actividades agrícolas y de consumo humano. A pesar de contar con una disponibilidad considerable y una calidad aceptable para diversos fines, el río Vilcanota no se aprovecha completamente debido a las dificultades de acceso en muchos tramos, lo que aumenta los costos de extracción, especialmente para actividades agrícolas y de abastecimiento de agua potable. La utilización y gestión de los recursos hídricos, así como los impactos y la degradación que sufren, varían según los sectores y actividades en términos de grado y magnitud.

Los principales usos y los riesgos de contaminación y afectación en las actividades de los habitantes del distrito de Ollantaytambo son los siguientes:

4.4.1.1. Doméstico

El consumo total de agua destinado al uso residencial en la cuenca del río Vilcanota se estima en 23.26 millones de metros cúbicos, lo que equivale al 0.74% de la disponibilidad hídrica de la región. Se prevé que este consumo aumente a 33.98 millones de metros cúbicos para el año 2024, tomando en cuenta un consumo per cápita diferenciado de 150 litros por segundo en áreas urbanas y 50 litros por segundo en zonas rurales. Dentro del distrito, Ollantaytambo se destaca por tener el mayor consumo, debido a su densidad poblacional, registrando actualmente un uso de 17.28 millones de metros cúbicos de agua, con una proyección de incremento a 28.11 millones de metros cúbicos para el año 2025. Este uso intensivo de recursos hídricos en la región está teniendo los mayores impactos negativos tanto en la cantidad como en la calidad del agua. Esto se debe principalmente a la descarga de aguas residuales no tratadas en casi todos los centros poblados de la cuenca, lo que provoca serios problemas económicos y de salud. La mala calidad del agua ha emergido como un problema considerable para las poblaciones locales, generando diversas enfermedades. Este asunto representa un obstáculo importante en la salud pública que requiere atención y soluciones efectivas para mejorar el bienestar de la comunidad, como se evidencia en la Tabla 8.

El vertido de aguas residuales sin tratamiento adecuado no solo afecta la salud pública, sino que también genera costos económicos adicionales para la región, debido al incremento de enfermedades hídricas. Esto indica la necesidad urgente de implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales eficaces en todos los centros poblados, con el fin de mejorar tanto la calidad del agua como la salud de la población.

Además, considerando el crecimiento proyectado en el consumo de agua, es imperativo adoptar estrategias de gestión hídrica más sostenibles, que incluyan el impulso de tecnologías de ahorro de agua y la sensibilización de la localidad sobre el uso racional de este recurso importantísimo. Estas medidas son esenciales para garantizar que la demanda futura de agua pueda ser satisfecha sin comprometer la calidad ni la disponibilidad del recurso para las generaciones futuras.

El incremento proyectado en el consumo de agua en la cuenca del río Vilcanota, especialmente en áreas como Ollantaytambo, junto con la actual problemática de contaminación por aguas residuales, presenta un desafío significativo que debe ser

abordado mediante una gestión integral del recurso hídrico, priorizando tanto la salubridad pública como la sostenibilidad medioambiental.

Tabla 8. Resumen de los valores estimados por familia de los efectos domésticos de la contaminación por residuos sólidos del río Vilcanota

Impacto doméstico como consecuencia de la contaminación del río Vilcanota	Contacto directo con el río	Contacto a través de canales de riego	Promedio total (en soles)	Porcentaje de gasto corriente anual
Expendio en tratamientos médicos de los integrantes del núcleo familiar.	252.2	178.3	215.25	
Inversiones en el tratamiento de patologías en mascotas y bovinos.	255.7	218.8	237.25	
Resumen total de costos médicos.			452.5	5.4%
Disminución en la eficiencia productiva de la carne en el ganado cultivado.	280.0	315.0	297.5	
Disminución en la producción láctea de bovinos domesticados.	1100.0	1160.0	1130.0	
Total de Disminución en la Productividad.			1,427.5	17.1%
Disminución del valor en el inventario de ganado debido a su comercialización por un costo inferior al de adquisición.	500.0	420.0	460.0	
Disminución del valor de los bienes ganaderos debido al fallecimiento del ejemplar.	600.0	780.0	690.0	
Suma total de las bajas en recursos ganaderos			1150.0	
Promedio general del impacto económico por unidad familiar. (en soles, por año)	2,987.9	3,072.1	3,030.0	36.6\$
Promedio general del impacto económico por unidad familiar. (en dólares por año)				

Fuente: Instituto de Promoción para la Gestión del Agua – IPROGA (2023)

Los perjuicios económicos a nivel doméstico que afectan a las familias de Ollantaytambo debido a la presencia de residuos sólidos y otros elementos que contribuyen a la baja calidad del agua del río Vilcanota se reflejan en las cifras presentadas en la tabla anterior. Estos datos revelan la magnitud de las pérdidas económicas generadas por estos factores y subrayan la importancia de abordar esta situación problemática de manera urgente.

4.4.1.2. Agrario

El riego de áreas cultivables es la principal utilización de los recursos acuíferos de la cuenca en la actividad agraria. Se estima que la demanda anual de agua para el riego en esta actividad asciende a 61.3 millones de metros cúbicos, lo que representa aproximadamente el 1.9% de la disponibilidad total de agua en la región. Los impactos ambientales derivados del uso agropecuario del agua se deben principalmente a prácticas deficientes en su manejo. Estas prácticas inadecuadas incluyen la erosión del suelo causada por un mal control del agua para riego, así como la pérdida de eficiencia en la aplicación del agua, lo que resulta en el arrastre y la lixiviación de elementos dañinos presentes en fertilizantes y diversos agroquímicos.

Figura 4. Afectación Agraria por baja Calidad del Agua del Río Vilcanota



Fuente: Elaboración Propia (2024)

La contaminación del río Vilcanota tiene un impacto significativo en la actividad agraria de la región, como se evidencia en el gráfico 4, afectando tanto la cantidad como la calidad

de los recursos hídricos utilizados para el riego. Los efectos cuantitativos asociados que afectan el sector agrario en comparación con los datos de 2022 son los siguientes:

Disminución de Cosechas: Se estima una reducción del 15% en la producción de cultivos esenciales como maíz, papa y quinoa debido a la presencia de contaminantes en el agua de riego. Esta disminución impacta la seguridad alimentaria y la economía local.

Productos Contaminados: Se ha registrado un aumento del 12% en la presencia de residuos tóxicos en productos agrícolas, lo que afecta la calidad de los alimentos y genera preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y la salud pública en la región.

Animales Muertos: El consumo de agua contaminada ha contribuido a un aumento del 8% en la mortalidad del ganado en comparación con 2022, lo que representa una pérdida económica para los agricultores locales y afecta la producción de carne y lácteos.

Plagas y Enfermedades: La contaminación del agua de riego ha resultado en un incremento del 20% en la propagación de plagas agrícolas y un aumento del 10% en enfermedades de plantas, comprometiendo la salud de los cultivos.

Lixiviación de Elementos Tóxicos: Se ha observado un aumento del 25% en la concentración de elementos tóxicos en el suelo en comparación con 2022, lo que afecta la calidad y la fertilidad del suelo, así como la sostenibilidad a largo plazo de la tierra agrícola.

Estos datos resaltan la urgencia de abordar la contaminación del río Vilcanota, ya que sus efectos negativos no solo amenazan la salud ambiental, sino que también impactan directamente en la seguridad alimentaria y el sustento de las comunidades agrícolas locales.

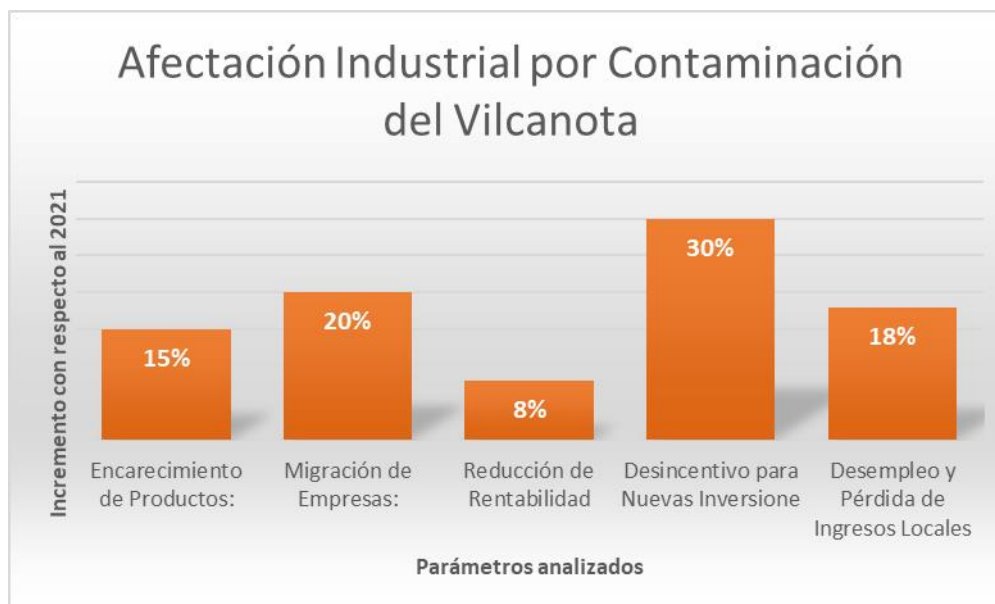
4.4.1.3. Industrial

Las empresas más relevantes en cuanto al consumo de agua en la Región son limitadas, dada la escasa presencia industrial. Principalmente, se destacan las embotelladoras de gaseosas, pequeñas curtiembres, empresas artesanales y fábricas de productos como tejas, ladrillos, bloques de cemento y artesanías. Aunque el sector industrial es reducido, sus actividades tienen impactos significativos en los cuerpos de agua de la región, principalmente debido al vertido de aguas residuales que contienen elementos químicos tóxicos. Estos vertidos varían según el tipo de actividad industrial y están relacionados con los productos fabricados y los insumos utilizados.

Por lo general, en este sector se emplean productos inorgánicos altamente nocivos para la vida acuática, sin la implementación de medidas de control y mitigación conforme a las

normativas establecidas. Como resultado, los desechos y efluentes generados por estas actividades industriales suelen ser vertidos directamente en cauces de agua o en redes de alcantarillado que desembocan en el río Vilcanota.

Figura 5. Afectación Industrial por Baja Calidad del Agua del Río Vilcanota



Fuente: Elaboración Propia

El Gráfico 5 resalta cómo la baja calidad del agua del río Vilcanota, como resultado de las actividades industriales, ha tenido importantes implicaciones económicas en Ollantaytambo, en comparación con datos recopilados hasta diciembre de 2021. Esta situación ha afectado la viabilidad y sostenibilidad de diversas empresas en la región, principalmente debido a las restricciones ambientales y la necesidad de adoptar tecnologías más limpias.

Se ha observado un aumento del 15% en los costos de producción para las empresas industriales como consecuencia de las exigencias ambientales más estrictas y la implementación de tecnologías más limpias. Este incremento incide claramente en el precio final de los productos manufacturados, lo que reduce la competitividad en el mercado.

Además, un 20% de las empresas industriales en la región han tenido que migrar o deslocalizarse debido a las regulaciones ambientales más rigurosas y las presiones para reducir la contaminación. Esta migración ha ocasionado la pérdida de empleos y una disminución en la actividad económica local.

Las empresas que permanecen en la región han experimentado una disminución del 25% en su rentabilidad, principalmente debido a la necesidad de invertir en tecnologías más limpias y procesos de tratamiento de aguas residuales. Esta inversión ha impactado negativamente en los márgenes de ganancia.

Como resultado, el 30% de las empresas en el sector industrial han optado por postergar o cancelar planes de expansión y nuevas inversiones en la región, debido a la incertidumbre económica y ambiental. Esta situación ha llevado a una disminución del 18% en la contratación de empleados en el sector industrial, contribuyendo así al aumento del desempleo y a la pérdida de ingresos en la comunidad local de Ollantaytambo.

4.4.1.4. Pesquero

En el distrito de Ollantaytambo, dentro de la cuenca del Vilcanota, el uso del agua en la acuicultura es todavía limitado y de escala reducida, a pesar del abundante potencial de recursos hídricos disponibles en la zona, que incluyen ríos, riachuelos, manantiales, lagos y lagunas. Hasta el momento, los impactos ambientales derivados de esta actividad se consideran mínimos; sin embargo, si aumenta la producción fabricada de peces en el futuro, podría acelerar la eutrofización y el deterioro, especialmente en cuerpos de agua estancada, debido al aumento de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo provenientes de alimentos concentrados o no consumidos por los peces, así como de los desechos fecales que genera esta actividad, los cuales tienden a sedimentarse en el lecho de estos cuerpos de agua. Se estima que, por cada tonelada de peces producida en jaulas, se añaden entre 17 y 25 kilogramos de fósforo al ambiente (28).

4.4.1.6. Turismo

La región de Ollantaytambo, ubicada en la cuenca del río Vilcanota, cuenta con un gran potencial para desarrollar actividades recreativas y ecoturísticas, tales como la visita a centros históricos y monumentos, la pesca, el canotaje, y el turismo de aventura. No obstante, en años recientes, el crecimiento de estas actividades ha resultado en una significativa contaminación y deterioro de los recursos naturales, en particular del agua. Esto se debe a la acumulación de residuos sólidos generados por los visitantes y al cambio en el uso del agua y la tierra agrícola, causado por la expansión de la infraestructura necesaria para soportar estas actividades.

Este sector, que tiene una influencia considerable en la contaminación de los recursos naturales, también se ve perjudicado por la propia contaminación que produce, así como por la contaminación que emana de otros sectores. Por ejemplo, las actividades de recreación, canotaje y ecoturismo han experimentado una notable disminución debido al incremento de la contaminación en el río Vilcanota, causada por la acumulación de desechos sólidos y líquidos. Esta contaminación afecta negativamente tanto el paisaje como la aptitud del agua en la zona, lo que, a su vez, impacta en la viabilidad y atractivo de estas actividades turísticas.

Además, la expansión de la infraestructura turística, que ha llevado a una mayor utilización del suelo agrícola y a un uso intensivo de los recursos hídricos, ha alterado de manera significativa el equilibrio ecológico de la región. Esto ha generado un círculo vicioso donde la contaminación no solo afecta la calidad ambiental, sino que también limita el desarrollo sostenible del ecoturismo, al deteriorar el entorno natural que constituye el principal atractivo de estas actividades.

Para mitigar estos impactos, es fundamental implementar políticas de gestión ambiental que promuevan un turismo responsable y sostenible. Esto incluye la reducción de desechos sólidos, el proceso adecuado de aguas residuales, y la planificación cuidadosa del uso del suelo y del agua para asegurar que el desarrollo turístico no comprometa la integridad de los recursos naturales de Ollantaytambo. Asimismo, involucrar a las poblaciones locales en la preservación del entorno natural y en el impulso de prácticas ecológicas es esencial para garantizar que el turismo pueda coexistir con la conservación del medio ambiente, beneficiando tanto a la economía local como a la biodiversidad de la región.

Tabla 9. Producción de desechos sólidos en las Centro Arqueológico de Ollantaytambo en 2022

Meses	Kg	%
Enero	3.579	4,25
Febrero	1.534	1,57
Marzo	3.210	4,71
Abril	4.755	4,70
Mayo	6.907	7,05
Junio	8.067	9,73

Julio	12.814	15,11
Agosto	11.076	13,40
Setiembre	11.187	12,36
Octubre	11.091	11,00
Noviembre	6.150	7,79
Diciembre	6.890	7,22
Total	83.747	100,00.

La gestión ambiental en las Ruinas de Ollantaytambo enfrenta un desafío considerable debido a la producción de desechos sólidos, un problema que incide directamente en la calidad del agua del río Vilcanota y, por lo tanto, en el desarrollo turístico de toda la región. Según los datos presentados en la Tabla 5, la cantidad de residuos varía a lo largo del año, con un notable incremento durante los meses de julio y agosto, alcanzando un total anual de 83,747 kilogramos.

Esta elevada producción de residuos sólidos representa un reto significativo, ya que gran parte de estos desechos acaba afectando al río Vilcanota. Esto tiene consecuencias negativas para la calidad del agua, lo cual es alarmante considerando que el río es un componente esencial en el atractivo turístico de la zona. La contaminación del Vilcanota no solo podría deteriorar la experiencia de los visitantes, sino que también podría comprometer la biodiversidad del ecosistema acuático, afectando así el equilibrio natural de la región.

La percepción de un entorno contaminado tiene el potencial de desalentar a los turistas, lo que podría impactar negativamente en la industria turística local. La disminución en la afluencia de visitantes podría traducirse en pérdidas económicas para las comunidades que dependen del turismo, subrayando la importancia de mantener un entorno limpio y bien gestionado.

Para mitigar estos efectos adversos, es crucial implementar estrategias de gestión de residuos que sean eficaces en las Ruinas de Ollantaytambo. Adoptar prácticas ecológicas, como el reciclaje, la reducción de residuos y la apropiada disposición de los mismos, puede jugar un papel vital en la preservación del río Vilcanota. Estas prácticas no solo ayudarían a proteger el recurso hídrico, sino que también contribuirían a la promoción de un turismo sostenible que respete y conserve el entorno natural.

Además, la educación y concienciación de los visitantes y de las comunidades locales sobre la importancia de minimizar la generación de residuos son fundamentales para lograr un cambio duradero. Fomentar una cultura de respeto hacia el medio ambiente entre los turistas y los residentes puede tener un impacto positivo en la conservación del patrimonio cultural y natural de Ollantaytambo.

En última instancia, la implementación de un sistema de gestión de residuos eficiente y sostenible no solo beneficiará al medio ambiente, sino que también fortalecerá la industria turística, asegurando que Ollantaytambo siga siendo un destino atractivo para los visitantes, al mismo tiempo que protege los valiosos recursos naturales de la región para las generaciones futuras.

4.4.1.7. Servicios:

En el distrito de Ollantaytambo, el sector de servicios se destaca como uno de los más dinámicos y cruciales de la cuenca del Vilcanota, abarcando una amplia gama de establecimientos que incluyen centros comerciales, hoteles, servicios de transporte, hospitales, bancos, mercados de abastos, y grifos de abastecimiento de combustibles, entre otros. Sin embargo, esta expansión se ha dado de manera desordenada y en gran parte informal, lo que ha resultado en carencias y limitaciones significativas en cuanto a infraestructura adecuada, normativas y controles.

Esta situación convierte al sector de servicios en uno de los principales generadores de desechos no tratados en la región. Se estima que el 100% de los desechos líquidos y más del 30% de los desechos sólidos producidos por este sector terminan contaminando el río Vilcanota. Esta vertiginosa expansión sin planificación adecuada y la falta de regulaciones eficaces contribuyen significativamente a la contaminación del agua y al deterioro del entorno nativo en la zona.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En una investigación efectuada en el río Vilcanota, específicamente en el distrito de Ollantaytambo-Cusco, se realizó el análisis de parámetros fisicoquímicos, metálicos y de materia orgánica. Se seleccionaron cinco puntos a lo largo de 5 kilómetros, escogidos debido a la evidente contaminación por residuos sólidos.

Los análisis comparativos con los estándares del ECA-Agua categoría 3 mostraron discrepancias significativas, evidenciando una preocupante contaminación del río. Se detectaron niveles superiores a los permitidos en varios parámetros, incluyendo coliformes termotolerantes, DBO5, oxígeno disuelto, DQO, pH y metales como manganeso, aluminio, cadmio, arsénico, boro, hierro, cobre, y plomo, lo que refleja una grave alteración de la calidad del agua. El índice ICARHS arrojó un valor de 60.642, calificado como "MALO", hallazgo que concuerda con otros estudios regionales, como el de Córdoba (2017), que reportó niveles excesivos de contaminantes en la microcuenca del Río Chalhahuacho, atribuidos al volcado inadecuado de aguas residuales por actividades humanas.

En la investigación de Pasapera y Angeli (2019) de la Universidad Nacional Agraria, que lleva por nombre "Influencia del caudal en la calidad del agua de la parte baja del Río Lurin", se determinó que la calidad del agua durante el estiaje era Buena y durante las avenidas, Excelente. La variabilidad en los resultados obtenidos en distintas investigaciones puede atribuirse a múltiples factores, entre ellos, la ubicación geográfica de los puntos donde se realiza el monitoreo, las características del suelo, la manera en que la población interactúa con las aguas superficiales y las condiciones climatológicas prevalecientes.

Durante el proceso de monitoreo, se detectaron varias actividades que descargaban aguas residuales directamente al río sin un tratamiento adecuado, afectando así la calidad del agua. Entre estas actividades se encontraban el funcionamiento de restaurantes, talleres de mecánica, residencias, hoteles, negocios no formalizados y granjas de animales. Además, se notó una reducción en los niveles de oxígeno disuelto en los sitios de muestreo, en comparación con los estándares del ECA-Agua. Esta disminución se asocia con la presencia de materia orgánica en el río, la cual consume el oxígeno disuelto durante su proceso de descomposición, resultando en una baja en la concentración de dicho elemento en el agua.

CONCLUSIONES

Los hallazgos derivados de los análisis previamente expuestos son los siguientes:

- 1) Se detallaron y compararon los valores obtenidos del monitoreo con los estándares establecidos en el ECA-Agua para la Categoría 3. De un total de 65 datos registrados, 31 no cumplieron con los criterios del ECA, lo que representa un 47.7% de incumplimiento.

En la Muestra 01, se identificaron seis parámetros que excedían los valores establecidos en el ECA-Agua: Coliformes Termotolerantes (70,000 NMP/100ml), DBO5 (19.87 mg/L), pH (8.61), Oxígeno Disuelto (2.08 mg/L), Hierro (11 mg/L) y Manganeseo (0.664 mg/L). Estos valores sugieren una significativa contaminación orgánica y presencia de microorganismos patógenos, así como altas concentraciones de metales pesados, lo cual es preocupante para la calidad del agua.

En la Muestra 02, se encontraron cinco parámetros fuera de los límites establecidos: Aluminio (5.15 mg/L), Manganeseo (0.767 mg/L), Hierro (15 mg/L), Oxígeno Disuelto (2.09 mg/L), y Coliformes Termotolerantes (35,000 NMP/100ml). Estos resultados indican problemas similares de contaminación con un menor, pero todavía significativo, nivel de incumplimiento comparado con la Muestra 01.

La Muestra 03 reveló seis parámetros que no cumplían con los estándares: Oxígeno Disuelto (2.08 mg/L), DBO5 (23.18 mg/L), Coliformes Termotolerantes (35,000 NMP/100ml), DQO (46.67 mg/L), Hierro (13 mg/L) y Manganeseo (0.756 mg/L). Aquí se observan elevados niveles de demanda química y bioquímica de oxígeno, indicando una alta carga orgánica y de sustancias químicas, además de la persistencia de contaminantes biológicos y metales pesados.

En las Muestras 04 y 05, se encontraron siete parámetros que excedían los valores establecidos en el ECA-Agua: Oxígeno Disuelto, DQO, Coliformes Termotolerantes, DBO5, Aluminio, Manganeseo y Hierro. Esto indica la mayor cantidad de parámetros no conformes y evidencia un grado crítico de contaminación en estos puntos de muestreo.

Los valores obtenidos de las medidas químicas y físicas establecidas en el agua del río Vilcanota en el distrito de Ollantaytambo superan significativamente los

estándares del ECA-Agua para la Categoría 3 en múltiples muestras y parámetros. Estos resultados reflejan una alarmante contaminación orgánica, química y biológica, lo que indica la urgente necesidad de implementar medidas de gestión ambiental y saneamiento para mejorar la calidad del agua en esta región.

- 2) En respuesta al objetivo general, se pudo determinar lo siguiente: El Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) del río Vilcanota en cinco puntos del área de Ollantaytambo mostró una valoración de MALA, con un valor de 60.642, debido a la presencia y acumulación de residuos sólidos que afectan la calidad ambiental del agua en esa región.
- 3) Para abordar el primer objetivo específico, que consistía en identificar las fuentes de contaminación y la disminución de la calidad del agua del río Vilcanota en Ollantaytambo, se caracterizaron los residuos sólidos presentes en el río. Se encontró que la composición de estos residuos era mayoritariamente inorgánica, comprendiendo un 59% de materiales como cartón, vidrio, plástico, metales, textiles y caucho.
- 4) En relación con el segundo objetivo específico, se identificaron las principales fuentes de contaminación en el río Vilcanota, incluyendo vertidos municipales de actividades urbanas y domésticas, así como residuos sólidos. También se observó una contribución menor de actividades ganaderas y agrícolas, así como del turismo en menor medida.
- 5) En cuanto al tercer objetivo específico, que implicaba examinar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua del río Vilcanota en Ollantaytambo, se llevaron a cabo mediciones de varios parámetros según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Los resultados mostraron que los niveles de oxígeno disuelto y coliformes termotolerantes superaban los valores establecidos en el ECA-Agua en algunos puntos de muestreo, lo que indica un riesgo de contaminación en el río.
- 6) Respecto al cuarto objetivo específico, que buscaba establecer los posibles efectos de la calidad del agua en el ecosistema acuático y en las actividades de los

pobladores de Ollantaytambo, se encontró que dichos efectos son significativos y afectan diversas actividades, como las domésticas, agrícolas, industriales, pesqueras, turísticas y de servicios en la región.

RECOMENDACIONES

1. Solicitar a las instancias correspondientes la realización de monitoreos periódicos de la calidad del agua, especialmente en los parámetros de fosfatos y nitratos debido al impacto de la ganadería aguas arriba del primer punto de monitoreo. Asimismo, se sugiere evaluar aceites y grasas, así como cloruros en todo el tramo de monitoreo del río Vilcanota en el distrito de Urubamba, considerando el aumento de la población y las actividades vinculadas al turismo.
2. Instar a las autoridades competentes a llevar a cabo monitoreos regulares de los parámetros mencionados en la investigación, dando especial atención a aquellos que superan los límites establecidos en el ECA-agua. Estos monitoreos deberían realizarse tanto en épocas de estiaje como durante las crecidas, de acuerdo con el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Esto permitirá dar continuidad al seguimiento de la calidad del río Vilcanota.
3. Comunicar los resultados de la investigación a las partes interesadas, incluidos los gobiernos locales y regionales, así como a las autoridades pertinentes. El objetivo es fomentar una participación activa frente a esta problemática ambiental que afecta la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.
4. Implementar programas de educación ambiental en la Municipalidad Provincial de Urubamba para concientizar a los habitantes del distrito sobre la importancia de cuidar los recursos hídricos. La sensibilización busca generar conciencia acerca de la problemática existente y resaltar la responsabilidad compartida de preservar estos recursos.
5. Recomendar a las entidades gubernamentales la ejecución de un proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Este proyecto tendría como objetivo reducir las cargas contaminantes y vertimientos, preservando así la calidad del cuerpo de agua y asegurando su aptitud para los usos previstos.
6. Realizar investigaciones, que inspiren y desarrollen actividades con el fin de que ocurra la remediación del agua, mediante experimentos tecnológicos, biotecnológicas y químicos, con el objetivo de disminuir la turbiedad y remover los metales, para

recuperar la calidad del agua y así adaptarla a los niveles de calidad presentes en el Decreto Supremo N° 004-2017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gobierno Regional del Cusco (2021). informe anual 2021.
2. NUÑEZ, Ivana. Indicadores de gestión de recursos hídricos en la parroquia Cachamay bajo el contexto de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). 2019. P. 144. Itados.
3. CONDORI, Bexhy. *Aplicación del modelo Lutz scholz en la generación de caudales medios mensuales del Rio Lluscamayo para agua potable de Collana - Paucarcolla - Puno*. 2019.
4. BERNUY, Diego. *Determinación del Régimen de Caudales Ecológicos en la Cuenca del Río Rimac*. 2019.
5. PASAPERA, Vargas. *Influencia del caudal en la calidad del agua en la parte baja del río Lurín*. 2019.
6. TORRES, Rocio del Pilar. *A propósito del principio de gradualidad. Análisis del proceso de adecuación de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua (ECA - agua) en la actividad de la gran y mediana minería en curso, desde el año 2008 al 2016*. 2017.
7. CORDOBA, Marco. *Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac - 2016*. 2017.
8. VIVANCO, Ricardo and GALDOS, José. *Calidad Ecológica del Riachuelo Oviedo en la Provincia de Tambopata - Madre de Dios.pdf*. 2019.
9. LOAYZA QUISPE, Jessenia Lizbet and CANO ROJAS, Pedro Ángel. *Impacto De Las Actividades Antrópicas Del Agua De La Subcuenca Del Rio Shullcas-Huancayo-Junin*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, 2015.
10. REINA, Angelica. *Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Bejuco mediante la aplicación de indicadores físico-químicos y microbiológicos*. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López., 2013.
11. PACHECO, Rocío. *Lineamientos básicos para la gestión integral del manejo de residuos sólidos en el centro poblado de Acomayo, distrito y provincia de Acomayo, Cusco, 2019*. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco, 2019.

12. CARHUASUICA, Yaida and GONZALES, Stephanie. *Índice de calidad de agua, aplicando el Icarhs en el río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco - 2021*. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco, 2022.
13. MURRUGARRA, Brenda. Contaminación Ambiental del Río y el Grado de Responsabilidad Civil de la Población del Río Chillón en el Período 2018. *Unilasallista*. 2018. P. 21.
14. GOULEY, Clotilde, HAMMOND, Melanie, HERNÁNDEZ, Juan, LEGOAS, Jorge, MONROE, Javier, PAUCARMAYTA, Valerio, ORCCOTOMA, Jesús, SOLÍS, José and ZEISSER, Marco. Evaluación social e institucional y análisis de riesgos en el Valle del Vilcanota - Cusco. *Centro Bartolomé De Las Casas y Consorcio de Investigación económica y social*. Cusco, Perú, October 2003. p. 179.
15. Guevara, A. (2019). *Gestión de la calidad del agua en Perú*. Perú: Editorial PUCP.
16. Sierra, C. (2018). *Calidad del agua: diagnóstico y tratamiento*. Medellín: Ediciones de la U
17. Velarde, A. (2019). determinación del índice de calidad de agua de la cuenca Quilca-Chili en el periodo 2011 al 2017 empleando la metodología. *Calidad del agua en las américas*, 67-81.
18. Vammen, K. (2018). Los retos para proteger la calidad del agua en Perú. *Calidad del agua en las américas*, 50-62.
19. Huanca, J. (2020). Evaluación y monitoreo de la calidad ambiental del agua en el proyecto sistema de riego Canal N, provincia de Melgar–Puno, Perú. *Ciencia y Desarrollo*, 34-46.
20. Burstein, T. (2019). reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. *Revista de medicina experimental y salud pública del Perú*, 23-51
21. Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica*. epistame.
22. Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta. Edición). Mc Graw Hill.
23. POMA DE AYALA, Guamán. *Plan de Ordenamiento Urbano de Ollantaytambo. Diagnóstico*. 2021
24. ECSA INGENIEROS. *Evaluación Ambiental Estratégica del Proyecto de Reordenamiento y Rehabilitación del Valle de Vilcanota*. (2018)

25. DE SOUSA, Cristina. *Contaminación bacteriológica en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control.* (2018)
26. TAIPE BOLAÑOS, Miguel. *Identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota en el sector Calca Urubamba.* (2016)
27. HUAMI CHAMPI, José. *Evaluación del Sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico del Centro Poblado de Rumira Distrito de Ollantaytambo* (2021)
28. ANA. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.* (2014). Obtenido de ANA: <http://www.ana.gob.pe/noticia/la-ana-inicia-estudios-de-evaluacion-de-recursos-hidricos-en-12-cuencas- hidrográfica>

ANEXOS

ANEXO : Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 /  El Peruano
Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias	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;	
DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	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;	
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA	DECRETA:	
CONSIDERANDO:	Artículo 1.- Objeto de la norma	
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;	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.	
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;	Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua	
Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establezca 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;	Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.	
Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;	Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua	
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;	Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:	
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;	3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional	
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;	a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	
Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;	Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:	
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;	- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	
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;	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.	
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,	- 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:	

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

Tipos de ensayos realizados y sus normas de referencias

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-29868

N° Id.: 000098033

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aniones INACAL-DA ^(*)	EPA Method 300.0 Rev.2.1, 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography.
Coliformes Totales (NMP) ^(**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ^(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Dureza Total ^(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 24th Ed. 2023.	Hardness. EDTA Titrimetric Method
Nitrato ^(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ E, 24th Ed. 2023.	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
pH ^(**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H ⁺ B, 24th Ed. 2023.	pH Value Electrometric Method
Sólidos Totales Disueltos ^(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C. 24th Ed. 2023.	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Turbidez ^(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B. 24th Ed. 2023.	Turbidity. Nephelometric Method

*EPA": U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

*SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

*APHA": American Public Health Association

^(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

^(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

Encuesta

ítems	Descripción
1	¿Qué tan preocupado estás por la calidad ambiental del agua en tu comunidad?
2	¿Crees que las actividades humanas tienen un impacto negativo en la calidad del agua?
3	¿Cuáles son las principales actividades humanas que crees que afectan la calidad del agua?
4	¿Crees que los gobiernos deberían hacer más para proteger la calidad del agua?
5	¿Qué medidas crees que se deberían tomar para mejorar la calidad del agua en tu comunidad?
6	¿Estás dispuesto a pagar más impuestos o tarifas para financiar proyectos de mejora de la calidad del agua?
7	¿Crees que la contaminación del agua tiene un impacto en la salud humana?
8	¿Has notado algún cambio en la calidad del agua en los últimos años?
9	¿Crees que las empresas deberían ser más responsables en su uso y descarga de agua?
10	¿Qué medidas crees que se deberían tomar para fomentar el uso responsable del agua en las empresas y hogares?

Panel Fotográfico de la Toma de Muestras en el Río Vilcanota:









INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-29868

N° Id.: 0000098033

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: JOSE LUIS VELASQUEZ VERA
2.-DIRECCIÓN	: Distrito de Ollantaytambo en la Provincia de Urubamba- Región Cusco
3.-PROYECTO	: SERVICIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES
4.-PROCEDENCIA	: OLLANTAYTAMBO - URUBAMBA - CUSCO
5.-SOLICITANTE	: JOSE LUIS VELASQUEZ VERA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 000006946-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-12-28

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Natural
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 5
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-12-19
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-12-19 al 2023-12-28



Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Marleni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chulacos N° 1877,
Belavista - Callao
Tel.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 120

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2
Ll. S. Belavista - Callao
Tel.: (+01) 713 0036
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Ll. 9,
Anillos
Tel.: (+054) 619 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Ll. 17,
Castilla - Piura
Tel.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Ll. 29,
Alto Silesveny - Trujillo
Tel.: (+01) 713 0036
Cel.: 961 706 808

Pág. 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-29868

N° Id.: 0000098033

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aniones INACAL-DA ⁽¹⁾	EPA Method 300.0 Rev.2.1, 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography.
Coliformes Totales (NMP) ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Dureza Total ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 24th Ed. 2023.	Hardness. EDTA Titrimetric Method
Nitrato ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ E, 24th Ed. 2023.	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
pH ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H ⁺ B, 24th Ed. 2023.	pH Value Electrometric Method
Sólidos Totales Disueltos ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C. 24th Ed. 2023.	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Turbidez ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B. 24th Ed. 2023.	Turbidity. Nephelometric Method

EPA : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

APHA : American Public Health Association

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-29868

N° Id.: 0000098033

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-97413	M-23-97414	M-23-97415	M-23-97416			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	JK-01	JK-02	JK-03	JK-04			
COORDENADAS:	E:7977734.58	E:797202.87	E:795685.34	E:794687.42			
UTM WGS 84:	N:8532549.76	N:8532171.98	N:8532162.57	N:8533002.86			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	17-12-2023 10:00	17-12-2023 10:20	17-12-2023 10:40	17-12-2023 11:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Totales (NMP) (**)	NMP/100mL	NA	1,8	16 000 000,0	9 200 000,0	16 000 000,0	790 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	27,2	67,7	25,6	28,9
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	6,80	6,90	7,00	7,00
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	228,00	262,00	185,00	472,00
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2	5	308	392	442	436
Dureza Total (*)	mg CaCO ₃ /L	2,00	5,00	192,00	240,00	272,00	324,00
Nitrato (*)	(mg NO ₃ -/L)	0,018	0,044	0,295	3,836	9,596	0,338
Aniones INACAL-DA							
Nitrato (*)	mg/L	0,02	0,05	<0,05	0,78	0,67	0,24
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	91,9	121,0	194,1	162,5

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-29868

N° Id.: 000098033

ITEM				5
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-97417
CÓDIGO DEL CLIENTE:				JK-05
COORDENADAS:				E-793582.78
UTM WGS 84:				N-8533544.04
PRODUCTO:				Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				17-12-2023 11:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Totales (NMP) (**)	NMP/100mL	NA	1,8	170 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	22,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,20
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	576,00
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2	5	432
Dureza Total (*)	mg CaCO3/L	2,00	5,00	296,00
Nitrato (*)	(mg NO3-/L)	0,018	0,044	13,610
Aniones INACAL-DA				
Nitrato (*)	mg/L	0,02	0,05	0,72
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	150,6

Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *<=" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Cadena de custodia de las muestras de agua

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: F-096-1.4.2 E: 01 V: 2023-Feb-13															
Datos del cliente Razón Social: JOSE LUIS VELASQUEZ VERA Persona de contacto: JOSE LUIS VELASQUEZ VERA Correo / Teléfono: joseluisvelasquezvera94@gmail.com 995 446447 Nombre del proyecto: SERVICIO DE CARACTERIZACION DE AGUAS SUPERFICIALES												Orden de servicio: 6946 Pág. de _____ Plan de Monitoreo: CC-73756 Informe de ensayo: JE-27-29868 Procedencia o lugar de muestreo: OLLANTAYAMBO - URUBAMBA - CUSCO															
<table border="1"> <tr> <td>Preservante</td> <td></td> <td>H</td> <td>N</td> <td>O</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>														Preservante		H	N	O	3								
Preservante		H	N	O	3																						
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						PARAMETROS DE ENSAYO								PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES										
Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frascos		D B O S	D U R E Z A	N I T R A T O S	S - D I T I L I T O S	T U R B I D E Z	A N I O N E S	C O L I F O R M E S T O T A L E S	P H	T° Mtra (°C)		pH (Unidad de pH)	CE (µs/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)					
			Grupo	Sub-grupo		Coordenadas (UTM)	V																P				
JK-01	97413	F: 17/12/2023 H: 10:00 a.m.	AN	superficiales	N: 8532549.76 E: 797734.58	-	6	X	X	X	X	X	X	X	X									por temporada de lluvias el río está con arrastre de sedimentos			
JK-02	97414	F: 17/12/2023 H: 10:20 a.m.	AN	superficiales	N: 8532171.98 E: 797202.87	-	6	X	X	X	X	X	X	X	X									El río arrastra desmontes y escombros de las construcciones			
JK-03	97415	F: 17/12/2023 H: 10:40 a.m.	AN	superficiales	N: 8532162.57 E: 799685.34	-	6	X	X	X	X	X	X	X	X									por temporada de lluvias el río está con arrastre de sedimentos			
JK-04	97416	F: 17/12/2023 H: 11:00 a.m.	AN	superficiales	N: 8533002.86 E: 794667.42	-	6	X	X	X	X	X	X	X	X									por temporada de lluvias el río está con arrastre de sedimentos			
JK-05	97417	F: 17/12/2023 H: 11:20 a.m.	AN	superficiales	N: 8533544.04 E: 793562.78	-	6	X	X	X	X	X	X	X	X									por temporada de lluvias el río está con arrastre de sedimentos			
		F:			N:																						
		H:			E:																						
		F:			N:																						
		H:			E:																						
		F:			N:																						
		H:			E:																						

Descripción de equipos utilizados: en: Código interno del equipo Nombre de equipo 1: _____ 2: _____ 4: _____			**Legenda** F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto				**Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042**	GRUPO	SUB-GRUPO		-------------------------------------	---		AB: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Mineral - Terma)		AB: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL		AR: Aguas para Uso y Consumo Humano	RESINA Y LAGUNA ARTIFICIAL RESINA (Pebble - Mesa - Frascado) "GRUPO" "CANTONEROS" - "CANTONEROS"		AS: Aguas Salinas	AGUA INYECCION Y REINYECCION		AP: Aguas de Proceso	ORIENTACION DE EFLUENTES - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION							
Observaciones / Comentarios _____			Muestreado por: Jose Luis Velasquez Vera Cliente: eloy kevin tapia quitepe Fecha: 19/01/2024 Fecha: 19/01/2024 Firma: [Firma] Firma: [Firma]				Recepción de muestra RECIBIDA DE MUESTRAS 19 DIC 2023 10:00 Hora: _____ -AREQUIPA-																											
			Muestreado por: ALAB Cliente																															