TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHONATAN JESUS CHINO CANAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHONATAN JESUS CHINO CANAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : _____
DR. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO : _____
Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

SEGUNDO MIEMBRO : _____
M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS : _____
DR. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0242-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de abril del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-002115** por el señor (a): **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 0130-2026**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 050-2026** del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Leonel Suasaca Pelinco** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 050-2026 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- **APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN,** presentado por el señor (a): **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL,** en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO.**

ARTÍCULO TERCERO.- **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DECANO – UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" – JULIACA – PERÚ
Dr. Ronald Medera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR – UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" – JULIACA – PERÚ
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0321-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de mayo del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-004253** presentado por el (la) Bachiller: **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025,** la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- **1er Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI
- **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO.**

ARTICULO TERCERO. – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 04 de junio del 2026
- **HORA** : 11:00 hr
- **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Frita Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1704-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-9956**, presentado por el señor (a) **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEÍDO – N° 990-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 082- 2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA**, ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 082- 2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JHONATAN JESUS CHINO CANAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL.**

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO.**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32730

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR

Dr. Cesar G. Camargo Nájar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Archivo 2025
Interesado (a)

Psje. de la Cultura Edificio El Camping 3er Piso Central Telefónica: (051) 322213 Juliaca - Puno - Perú - Pág Web: www.uancv.edu.pe

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
turnitin Página 1 de 120 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:613746094
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

JHONATAN JESUS CHINO CANAZA

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:613746094

Fecha de entrega
11 ago 2026, 12:10 GMT-5

Fecha de descarga
11 ago 2026, 15:05 GMT-5

Nombre del archivo
T036_70235608_T.docx

Tamaño del archivo
17.4 MB

106 páginas

14.801 palabras

85.111 caracteres

turnitin Página 1 de 120 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:613746094
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

24% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

16% Fuentes de Internet
7% Publicaciones
21% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos complementarios – UANCV

TÍTULO DE LA TESIS	
EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHONATAN JESUS CHINO CANAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70235608
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8546-0562
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02406088
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9858-2464
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821

Datos de investigación	
Línea de investigación	SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	SIN FINANCIAMIENTO
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Provincia: Azangaro Distrito: Arapa **Coordenadas:** Latitud : **-15.140292737338829** Longitud : **-70.11195571498898** https://maps.app.goo.gl/GDF2xLSDHxZfYKLK6 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2025 – Mayo 2026
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ingeniería, Tecnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHONATAN JESUS CHINO CANAZA, identificado con DNI Nro. 70235608 en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL,

informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación,** ☐ **Trabajo Académico** denominada:

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025

Asesorado por: Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 27 de JULIO del 2026

Firma del Asesor (obligatoria)	Firma del Estudiante (obligatoria)	Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre **Maria Nela Canaza Huanca**, por guiarme corregirme por el buen camino. A mi padre por ser mi fortaleza y guiarme educarme y salir adelante. A mis Hermanos, Gerson Arizapana Canaza Y Elva Luz Chino Canaza, por ser esa persona que siempre he querido imitar, mi apoyo fiel y quien me ha tendido la mano en cada momento. Y por creer en mí como lo hicieron. GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los académicos de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y a los ingenieros de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, por compartir sus conocimientos, costumbres y respaldar mi evolución profesional.

A Dios, mi guía.

Agradezco a mi tutor de tesis, Ing. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO, por su paciencia y colaboración que me ofreció para finalizar este proyecto.

A la municipalidad distrital de Arapa, por las autorizaciones otorgadas, a mi jefe actual alcalde **Lic. Sixto Condori Vilca** por darme el apoyo incondicional le agradezco de corazón.

A mis amigos que no titubearon en tenderme la mano Ivan, Yhakeline, Yaneth y compañeros de trabajo que me guiaron por el buen camino, que significaron un valioso respaldo a lo largo de la realización de mi vida profesional.

Expreso mi agradecimiento al equipo del laboratorio de Condición Ambiental por su colaboración y disposición a lo largo de la ejecución de mi proyecto.

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA I
AGRADECIMIENTOS IX
ÍNDICE DE TABLAS XIV
ÍNDICE DE FIGURAS XVI
RESUMEN XVII
ABSTRACT XVIII
INTRODUCCIÓN XIX

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA 1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.2.1. Problema general 2
1.2.2. Problemas específicos 2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 3
1.3.1. Objetivo general 3
1.3.2. Objetivos específicos 3
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 3
1.5. HIPÓTESIS 4
1.5.1. Hipótesis General 4
1.5.2. Hipótesis especifica 4
1.5.3. Operacionalización de variables 5

CAPÍTULO II

MARTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 6

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

2.2.1. A nivel internacional 6

2.2.2. A nivel nacional 7

2.2.3. A nivel local 9

2.2. BASES TEÓRICAS 10

2.2.1. Agua 10

2.2.2. Gestión de residuos sólidos 10

2.2.3. Indicadores fisicoquímicos 10

2.2.4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua 10

2.2.5. Calidad de Agua 11

2.2.6. Características físicas químicas del agua 11

2.2.7. Evaluación de la calidad de agua 12

2.2.8. Residuos sólidos 17

2.2.9. Microplásticos 20

2.2.10. Lixiviados 21

2.2.11. Residuos Sólidos 23

2.3. MARCO LEGAL 31

2.3.1. ANA 31

2.3.2. Ley 29338 31

2.3.3. Ley 28611 31

2.3.4. Decreto Supremo 004-2017-MINAM 31

2.3.5. Ley de Recursos Hídricos N.º 29338 32

2.3.6. Ley N° 32523 32

2.4. MARCO CONCEPTUAL 32

2.4.1. pH. 32

2.4.2. Turbiedad 33

2.4.3. Caracterización de Residuos Solidos 33

2.4.4. Residuos Orgánicos 34

2.4.5. Residuos Inorgánicos..... 34

2.4.6. Residuos Peligrosos..... 35

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... 36

3.1.1. Diseño estadístico 39

3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN 39

3.2.1. Materiales y equipos:..... 40

3.3. LUGAR DE ESTUDIO..... 42

3.4. CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS IDENTIFICADOS 43

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA..... 44

3.6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN..... 46

3.5.1. Procedimiento metodológico para el primer objetivo: 46

3.5.2. Procedimiento metodológico para el segundo objetivo:..... 48

3.5.3. Procedimiento metodológico para el tercer objetivo:..... 52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

4.1. RESULTADOS 57

4.1.1. Resultados de la Identificación de puntos críticos..... 57

4.1.2. Resultados de la caracterización de los residuos sólidos vertidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa..... 58

4.1.3. Resultados de la determinación de la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas en las riberas de la laguna del distrito de Arapa..... 60

4.2. DISCUSIÓN 70

CONCLUSIONES 73

RECOMENDACIONES 75

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 76

ANEXOS 78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Operacionalización de variables de la presente investigación .. 5*

Tabla 2. *Tipos de residuos sólidos domiciliarios 25*

Tabla 3. *Punto de muestreo y georreferenciación..... 42*

Tabla 4. *Clasificación del tipo de residuo..... 51*

Tabla 5. *Parámetros a Analizar de la Muestra 53*

Tabla 6. *Resultados de la caracterización de residuos sólidos. 58*

Tabla 7. *Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Tequena 61*

Tabla 8. *Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Compi 62*

Tabla 9. *Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Impuchi..... 64*

Tabla 10. *Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Iscayapi 65*

Tabla 11. *Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Trapiche..... 66*

Tabla 12. *Comparación de Parámetros Fisicoquímicos del Agua en Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche con ECA.* *68*

Tabla 13. *Comparación de Parámetros Fisicoquímicos del Agua en Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche con ECA mediante Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon"* *69*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Ubicación de puntos de muestreo de aguas residuales 43*

Figura 2. *Ribera de Laguna, Comunidad de Tequena..... 47*

Figura 3. *Ribera de Laguna, Comunidad de Compi..... 47*

Figura 4. *Ribera del Laguna, Comunidad de Impuchi..... 48*

Figura 5. *Recolección de residuos..... 50*

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como propósito analizar la problemática de los residuos sólidos en las riberas de la Laguna del distrito de Arapa, consecuencia de prácticas inadecuadas de disposición en dicha localidad, perteneciente a la provincia de Azángaro, departamento de Puno. La metodología se basó en observación directa para ubicar zonas críticas en comunidades ribereñas, complementada con la caracterización porcentual de los residuos y el muestreo de agua (2 litros por punto), cuyos parámetros fueron contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el DS 004-2017-MINAM. Los hallazgos revelaron que los desechos predominantes correspondieron a plásticos (23.52%) y materia orgánica (20.13%). Asimismo, en las comunidades de Impuchi, Iscayapi y Trapiche se identificaron incumplimientos en indicadores como color, pH, cloruros y sólidos totales. Se concluye que la acumulación de residuos sólidos en las riberas de la Laguna de Arapa genera lixiviados que afectan la calidad del agua, constituyendo un riesgo tanto para la salud pública como para el equilibrio ambiental.

Palabras Claves: Residuos sólidos, Recurso Hídrico, Contaminación, ECAS, caracterización, parámetros físicos químicos.

ABSTRACT

This study aimed to examine the issue of solid waste along the shores of the Arapa Lagoon, resulting from inadequate disposal practices in the district of Arapa, Azángaro Province, Puno Region. The methodology involved direct observation to identify critical areas in riverside communities, complemented by a percentage-based characterization of solid waste and water sampling (2 liters per site). The parameters were compared against the Environmental Quality Standards established by DS 004-2017-MINAM. Findings indicated that plastics (23.52%) and organic matter (20.13%) were the most prevalent waste types. Furthermore, in the communities of Impuchi, Iscayapi, and Trapiche, non-compliance was detected in indicators such as color, pH, chlorides, and total solids. The study concludes that the improper disposal of solid waste along the shores of the Arapa Lagoon generates leachates that deteriorate water quality, posing risks to both public health and environmental sustainability.

Keywords: Pollution, Water Resources, Solid waste, ECAS, Characterization, physical and chemical parameters

INTRODUCCIÓN

Según Aguilar (2023), la relación entre los seres humanos, el ambiente y los recursos naturales ha sido históricamente contradictoria: mientras se generan procesos de deterioro para asegurar la subsistencia, también se impulsa el desarrollo de los seres vivos con el fin de satisfacer necesidades y mejorar la calidad de vida. No obstante, la conciencia ambiental suele manifestarse únicamente cuando la contaminación de los recursos supera la capacidad de regeneración de la naturaleza, o cuando los desechos exceden los límites de absorción del entorno.

Una de las principales problemáticas de las áreas urbanas a nivel mundial es la gestión de los desechos domésticos. Cuando estos se depositan en lugares inadecuados, los lixiviados generados por su descomposición, arrastrados por la escorrentía, contaminan las aguas superficiales y los acuíferos, afectando la calidad del recurso hídrico (Medina, 2021).

En este contexto, se evidencia una situación crítica en las cercanías de la Laguna del distrito de Arapa, donde se han dispuesto residuos sólidos muy próximos al cuerpo de agua, práctica realizada desde hace tiempo por las comunidades aledañas. Estas aguas se utilizan para diversas actividades, como el consumo humano, el riego de cultivos y el abrevadero de ganado bovino. Por ello, resulta necesario evaluar su salubridad, considerando que los desechos sólidos generan lixiviados desde el momento de su disposición hasta su descomposición; dichos lixiviados, impulsados por la escorrentía y las precipitaciones, son arrastrados hacia la Laguna (Chambi, 2024).

El propósito general de esta investigación es evaluar los residuos sólidos presentes en el recurso hídrico de las riberas de la Laguna del distrito de Arapa, mediante el análisis del impacto generado por la disposición inadecuada de desechos.

La investigación se estructura en los siguientes capítulos: Capítulo I: Planteamiento del problema, donde se analiza la problemática desde una perspectiva internacional, nacional y local, hasta llegar al área específica de estudio. Capítulo II: Marco teórico, que expone los antecedentes de la investigación y desarrolla el fundamento teórico-científico, incluyendo el marco conceptual con la definición de los términos clave. Capítulo III: Metodología de investigación, en el cual se describe el tipo y diseño del estudio, las técnicas e instrumentos empleados, así como la población, la muestra y el procedimiento seguido en función de los objetivos planteados. Capítulo IV: Resultados y discusión, que presenta las respuestas a las preguntas de investigación, organizadas según los propósitos del estudio, acompañadas de figuras y tablas, junto con el análisis y discusión correspondiente.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Análisis de la situación problemática

La gestión inadecuada de los desechos sólidos constituye un desafío relevante para la sociedad, ya que su acumulación o disposición en lugares inapropiados genera contaminación en el recurso hídrico. Es fundamental que los vertederos se ubiquen lejos de las fuentes de agua, con el fin de prevenir impactos negativos derivados de los lixiviados y residuos sólidos (Medina, 2021).

La descomposición de los residuos sólidos genera lixiviados que, durante las lluvias, son transportados por la escorrentía hacia cuerpos de agua superficiales. Mediante procesos de infiltración, dichos lixiviados pueden alcanzar los acuíferos de la zona, comprometiendo la calidad del recurso hídrico. Asimismo, la quema de desechos representa otro riesgo, ya que las partículas liberadas pueden depositarse en los cuerpos de agua y contribuir a su contaminación (Medina, 2021).

En este contexto, se evidencia una problemática significativa en los alrededores de la Laguna del distrito de Arapa, donde las comunidades aledañas

han dispuesto residuos sólidos cerca de sus riberas durante largo tiempo. Las aguas de la laguna son empleadas en diversas actividades, como el consumo humano, el riego de cultivos y el abrevadero de ganado bovino. Por ello, resulta indispensable evaluar sus condiciones de salubridad, considerando que los desechos sólidos generan lixiviados desde el momento de su disposición hasta su descomposición. Dichos lixiviados, impulsados por la escorrentía y las precipitaciones, son transportados hacia la laguna, afectando la calidad del recurso hídrico (Chambi, 2024).

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel de residuos sólidos del recurso hídrico en las riberas de la laguna del distrito de Arapa por el vertimiento de residuos sólidos?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son los puntos críticos del vertimiento de residuos sólidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa?

¿Cómo son los residuos sólidos vertidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa?

¿Cuáles son los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas en las riberas de la laguna del distrito de Arapa?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el vertimiento de los residuos sólidos en el recurso hídrico en las riberas de la laguna del distrito de Arapa por el vertimiento de residuos sólidos.

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar los puntos críticos del vertimiento de residuos sólidos de las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

Caracterizar los residuos sólidos vertidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

Determinar la concentración de parámetros fisicoquímicos de aguas en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

1.4. Justificación del estudio

El rápido crecimiento poblacional en las riberas de la Laguna de Arapa ha generado que los habitantes arrojen sus desechos directamente en las orillas del recurso hídrico, debido a la falta de acceso a sistemas adecuados de disposición final de residuos sólidos (Medina, 2021).

Debido al impacto que los residuos sólidos ejercen sobre el recurso hídrico, resulta indispensable investigar los niveles de contaminación asociados a su presencia, considerando los efectos que generan desde el momento de su disposición hasta su descomposición (Medina, 2021).

Esto es necesario porque se ha acelerado el desgaste de la condición del agua en las riberas del recurso hídrico.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Recurso hídrico contaminado en las riberas de la laguna del distrito de Arapa por el vertimiento de residuos sólidos.

1.5.2. Hipótesis especifica

Acumulación de residuos sólidos en los puntos críticos por el vertimiento de residuos sólidos de las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

Los residuos sólidos vertidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa se encuentran caracterizados por una composición variada, predominando materiales plásticos, orgánicos e inorgánicos, lo que evidencia prácticas inadecuadas de gestión de desechos por parte de la población local.

Concentración de parámetros fisicoquímicos exceden los valores establecidos los estándares de calidad de agua en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

1.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación

VARIABLES	DIMENSIÓN DE ANALISIS	INDICADORES	UNIDAD
Variables de interés.	Concentración de parámetros físico químicos	pH	----
		Conductividad Eléctrica	Us/cm
		Color	Un. Pt/Co
		Turbidez	NTU
		Cloruros	mg/l
		Dureza	mg/l
		Alcalinidad	mg/l
		Calcio	mg/l
		Magnesio	mg/l
		Solidos totales	mg/l
	Composición física de residuos solidos	Papel	kg
		Plástico Pet	kg
		Plástico Duro	kg
		Plástico	kg
		Tetrapak	kg
		Metal	kg
		Materia orgánica	kg
		Vidrio	kg
		Tecnopor y similares	kg
		Telas	kg
		Caucho, jebe	kg
		Pilas	kg
		Latas	kg
		Aparatos electrónicos	kg
		Residuos sanitarios	kg
		Restos de medicina	kg
		Otros.	
	Caracterización de residuos sólidos	Periodo de Medición	Kg/dia
		Volumen	m3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.2.1. A nivel internacional

El estudio de Marte Espinal, Vilorio Sosa y Pérez Mejía (2019), titulado "Componentes sociales que afectan la gestión de residuos sólidos en el afluente Joba del municipio de Gaspar Hernández, provincia Espaillat", tuvo como objetivo identificar las características de los desechos presentes en dicho afluente, describir las medidas implementadas por las autoridades municipales para reducir su impacto y valorar la influencia de las acciones humanas en esta problemática. La investigación, de carácter descriptivo con enfoque mixto y diseño no experimental, consideró como población a 65 familias residentes en las cercanías del afluente Joba y a cuatro representantes de instituciones municipales vinculadas con la preservación ambiental. Para la recolección de datos se aplicaron entrevistas, cuestionarios, registros y listas de

verificación. En el trabajo de campo, realizado en sectores como Villa Olímpica, Calle El Sol, El Caimán y el área comercial, se cuantificaron 60.8 kg de materiales orgánicos, 69.4 kg de plásticos, 52.6 kg de cartón, 26.8 kg de metales, 53.5 kg de vidrios y 153.8 kg de neumáticos en un tramo de 800 metros. Los resultados evidenciaron que diversos factores sociales inciden en la contaminación por residuos, entre ellos la falta de educación ambiental, la ausencia de normativas claras, la deficiente recolección de desechos, la escasa planificación urbana y la carencia de políticas efectivas para disminuir la generación de residuos.

El estudio de Gualdrón Durán (2016), titulado "Examen de la situación del agua en afluentes de Colombia a través de parámetros biológicos y fisicoquímicos", tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua mediante indicadores microbiológicos, químicos y biológicos. Los resultados evidenciaron altos niveles de turbiedad (49.9 NTU) y sólidos disueltos totales (189.8 mg/L), además de concentraciones elevadas de coliformes fecales, reflejando la influencia de descargas residuales. Tanto el Índice de Condición del Agua (IQA) como el índice BMWP/Col coincidieron en señalar una contaminación significativa, demostrando que gran parte de los afluentes analizados no presentan condiciones adecuadas para el consumo humano ni para el desarrollo de organismos acuáticos.

2.2.2. A nivel nacional

El estudio de Jiménez y Pesantes (2020), titulado "Análisis de la contaminación del afluente Namballe ocasionada por la disposición final

de desechos sólidos provenientes de los mataderos municipales del distrito Namballe, San Ignacio", tuvo como finalidad evaluar el nivel de impacto generado por la acumulación de residuos en dicho afluente. La investigación, de tipo preexperimental, incluyó muestreos analizados en la Universidad César Vallejo y reveló que los parámetros físicos presentaban niveles de contaminación medio-altos, los parámetros químicos mostraban valores elevados y los parámetros microbiológicos se encontraban dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para agua.

Asimismo, Juárez Chambilla (2021), en su investigación titulada "Evaluación de la condición del agua del afluente Moquegua en el trayecto de la Feria de la Chacra a la Olla en el año 2021", tuvo como propósito principal analizar la calidad del agua del afluente Moquegua, utilizado como depósito de desechos debido a las actividades comerciales de la zona. Se reportó la acumulación de aproximadamente 20 toneladas de residuos, principalmente bolsas plásticas, en las orillas del afluente. El estudio consideró parámetros microbiológicos, químicos y físicos, como conductividad, pH, sólidos disueltos totales (TDS), oxígeno disuelto y coliformes fecales, evaluados antes y después del trayecto. El análisis incluyó el tramo del puente La Villa, donde se identificaron impactos negativos en la calidad del agua ocasionados por los desechos arrojados al río. Los resultados, contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y en concordancia con el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM, confirmaron la presencia de contaminación

derivada de residuos comerciales provenientes de la Feria de la Chacra a la Olla.

2.2.3. A nivel local

Asimismo, Asqui Mamani (2019), en su estudio titulado "Planteamiento para el fomento del perfeccionamiento ecosostenible de las islas flotantes de Titino Grande y Nuevo Amanecer en la Reserva Nacional del Titicaca", analizó la situación ambiental de las islas flotantes de Nuevo Amanecer y Titino Grande, ubicadas en el sector Khapi del distrito de Huata. Estas zonas se encuentran expuestas al vertimiento de aguas residuales sin tratamiento y a la disposición inadecuada de desechos. En la clasificación de residuos se recopilaron 159.94 kg, de los cuales 75.74 kg correspondieron a orgánicos y 84.20 kg a inorgánicos, con una producción per cápita de 0.266 kg/hab/día. En el análisis de la calidad del agua, los parámetros físicos y químicos mostraron valores de pH entre 7.97 y 8.67, y oxígeno disuelto entre 6.68 y 7.54 mg/L, dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: lagos y lagunas. Sin embargo, los valores de DBO5 (9.59–16 mg/L) y fósforo total (1.03–2.05 mg/L) superaron los límites permitidos por la normativa nacional, evidenciando una contaminación significativa. El estudio recomienda implementar biodigestores para el tratamiento de aguas residuales domésticas, así como estrategias de gestión integral de residuos que incluyan almacenamiento, reciclaje, reutilización y disposición final adecuada.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

El agua es reconocida como un elemento esencial del ecosistema y resulta crucial para el sostenimiento de la vida en el planeta. Asimismo, constituye un recurso indispensable para el desarrollo de procesos biológicos y tecnológicos sostenibles. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2010), el agua es fundamental para la salud humana, la seguridad alimentaria y el equilibrio ambiental.

2.2.2. Gestión de residuos sólidos

El Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PLANRES, MINAM, 2016) establece lineamientos orientados a reducir la generación de desechos, fomentar el reciclaje y garantizar una disposición final segura. Esta política pública enfatiza la prevención y la economía circular como pilares de sostenibilidad.

2.2.3. Indicadores fisicoquímicos

Parámetros como pH, turbidez, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales (TDS) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) constituyen indicadores esenciales para evaluar la calidad del agua. De acuerdo con Chapman (1996), en Water Quality Assessments, estos parámetros permiten determinar la aptitud del recurso hídrico tanto para el consumo humano como para el sostenimiento de la vida acuática.

2.2.4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua

En Perú, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobados mediante el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM, establecen límites máximos permisibles para parámetros físicos, químicos

y biológicos. Dichos estándares garantizan tanto la conservación del ambiente acuático como la protección de la salud humana.

2.2.5. Calidad de Agua

La evaluación de la calidad del agua implica un análisis técnico de sus características físicas, químicas y microbiológicas en diversas fuentes, como sistemas de abastecimiento público, vertimientos de aguas residuales, cuerpos receptores y embalses. Este proceso permite identificar los factores que afectan la condición del recurso hídrico y contrastar sus atributos con los estándares definidos en la normativa nacional (ECA agua) y en lineamientos internacionales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2017), la calidad del agua debe evaluarse mediante parámetros específicos y compararse con límites establecidos para garantizar la salud humana y la conservación de los ecosistemas.

2.2.6. Características físicas químicas del agua

Los parámetros organolépticos del agua corresponden a sus propiedades perceptibles por los sentidos, como olor, sabor, color, turbidez, temperatura y presencia de sólidos flotantes. Estos indicadores permiten evaluar la aceptabilidad del recurso hídrico para el consumo humano y otros usos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), en Guidelines for Drinking-water Quality, las características organolépticas son esenciales para determinar la calidad del agua y su aceptación por la población.

2.2.7. Evaluación de la calidad de agua

La evaluación de la calidad del agua requiere un análisis técnico de sus características físicas, químicas y microbiológicas en diversas fuentes, como sistemas de abastecimiento público, vertimientos de aguas residuales, cuerpos receptores y embalses. Este proceso permite identificar los factores que afectan la condición del recurso hídrico y contrastar sus atributos con los estándares establecidos en la normativa nacional (ECA agua) y en lineamientos internacionales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2017), la calidad del agua debe evaluarse mediante parámetros específicos y compararse con límites definidos para garantizar la salud humana y la conservación de los ecosistemas.

2.2.4.1. Temperatura

La temperatura constituye un parámetro físico de gran relevancia para los ecosistemas hídricos. Un incremento en este factor reduce la concentración de oxígeno disuelto, lo que puede resultar perjudicial para las especies acuáticas, especialmente los peces. Este parámetro regula la velocidad de los procesos biológicos y químicos, afectando la productividad, los patrones alimentarios y las tasas metabólicas de los organismos. Asimismo, influye en la velocidad de reciclaje de nutrientes en los sistemas acuáticos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y Wetzel (2001), la temperatura del agua es un factor determinante en la calidad y dinámica de los ecosistemas acuáticos.

2.2.4.2. Conductividad

La conductividad eléctrica del agua se define como la capacidad de una solución acuosa para conducir corriente eléctrica, siendo el inverso de la resistencia medida en ohmios. Este parámetro depende directamente de la concentración de sales disueltas y refleja la presencia de iones en el recurso hídrico. Según Rice, Baird, Eaton y Clesceri (2012), en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, la conductividad constituye un indicador esencial de la calidad del agua y permite aplicar principios físicos relacionados con la resistencia eléctrica.

2.2.4.3. Turbidez

La turbidez se manifiesta como una propiedad óptica derivada de la dispersión y absorción de la luz al atravesar una muestra de agua. En términos sencillos, corresponde a la presencia de partículas suspendidas —como arcillas, limos, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, microorganismos y plancton— que reducen la claridad del agua. El método más utilizado para medirla es el nefelométrico, mediante un nefelómetro, expresando los resultados en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU). Según la American Public Health Association (APHA, 2017) en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, la turbidez es un parámetro clave en aguas destinadas al consumo humano y en procesos industriales, ya que influye en la eficacia de la filtración, sedimentación y desinfección.

2.2.4.4. Color

El color del agua se origina principalmente por la presencia de materias orgánicas disueltas —como ácidos húmicos y fúlvicos— y minerales como hierro y manganeso. Se trata de una característica física que refleja indirectamente la composición química del recurso hídrico y puede indicar la presencia de óxidos metálicos. Según la American Public Health Association (APHA, 2017), en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, el color constituye un parámetro esencial en la evaluación de la calidad del agua, especialmente en aquella destinada al consumo humano. Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) señala que el color del agua afecta su aceptabilidad y puede ser indicativo de contaminación por compuestos orgánicos o inorgánicos.

2.2.4.5. Solidos totales

La acumulación de sólidos disueltos y suspendidos constituye un parámetro clave en la evaluación de la calidad del agua. Los sólidos disueltos totales (TDS) y los sólidos suspendidos pueden afectar significativamente la condición del recurso hídrico y limitar sus aplicaciones. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), en Guidelines for Drinking-water Quality, los sólidos disueltos influyen en la aceptabilidad del agua para consumo humano y en procesos industriales, mientras que los sólidos

suspendidos repercuten en la potabilidad y en la eficiencia de los sistemas de tratamiento.

2.2.4.6. Dureza

La dureza del agua se define como la concentración total de sales de calcio y magnesio, expresada en mg/L como carbonato de calcio ($CaCO_3$). Este parámetro puede variar desde valores bajos hasta varias centenas de mg/L, dependiendo de la fuente y de los procesos a los que el recurso hídrico ha estado expuesto. La dureza se origina principalmente por la presencia de iones metálicos bivalentes, como calcio y magnesio, aunque también pueden contribuir otros como estroncio y bario. Estos iones reaccionan con detergentes, generando precipitados, y con aniones presentes en el agua, favoreciendo la formación de incrustaciones. Según la American Public Health Association (APHA, 2017) y la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), la dureza es un parámetro relevante en la calidad del agua, ya que influye en su aceptabilidad para consumo humano y en procesos industriales.

2.2.4.7. Cloruros

Los cloruros son compuestos que contienen un átomo de cloro en estado de oxidación -1, su forma más estable, con la capa de valencia completa de ocho electrones. En el agua, provienen principalmente de sales disueltas como cloruro de sodio (NaCl),

cloruro de calcio ($CaCl_2$) y cloruro de potasio (KCl). Según la American Public Health Association (APHA, 2017), en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, y la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), en Guidelines for Drinking-water Quality, la concentración de cloruros es un parámetro importante en la evaluación de la calidad del agua, ya que niveles elevados pueden afectar su sabor y potabilidad.

2.2.4.8. Sólidos Disueltos Totales (TDS)

El concepto de sólidos en el agua hace referencia a las materias presentes en suspensión o disolución dentro de un entorno acuático. La medición de los sólidos disueltos totales (TDS) se realiza mediante filtración con membranas de fibra de vidrio de porosidad controlada (1.0–1.2 µm), previamente lavadas y taradas. El filtrado se evapora en cápsulas de porcelana a 180 °C para cuantificar el residuo. La exactitud de la medición depende del volumen de muestra analizado, recomendándose obtener un residuo entre 25 y 250 mg para evitar interferencias por retención de moléculas de agua. Según la American Public Health Association (APHA, 2017) y la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), la cuantificación de sólidos es fundamental para evaluar la potabilidad y la aceptabilidad del agua destinada al consumo humano.

2.2.8. Residuos sólidos

La contaminación ambiental por residuos sólidos se describe como la introducción de sustancias o formas de energía en el entorno que provocan una alteración nociva de sus condiciones naturales. Este fenómeno puede afectar hábitats, ecosistemas y organismos vivos, y suele originarse principalmente por actividades humanas. Los contaminantes incluyen sustancias químicas, desechos urbanos, combustibles y radiaciones ionizantes. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2019), la contaminación del agua por residuos sólidos constituye una de las principales amenazas para la salud humana y la biodiversidad, ya que altera la calidad del recurso hídrico y compromete sus usos posteriores, su función ecológica y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos.

2.2.5.1. Actividades contaminantes

Las principales actividades humanas que generan residuos sólidos en los cuerpos de agua pueden clasificarse en los siguientes grupos:

a) Residuos sólidos urbanos.

Por lo general, los lixiviados generados por los residuos sólidos urbanos, junto con el agua de lluvia que se infiltra a través de ellos, arrastran diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos. Estos compuestos tienden a acumularse en la superficie o alcanzar la capa freática, afectando la calidad del recurso hídrico (OMS, 2017; PNUMA, 2019).

b) Aguas residuales

Las aguas residuales generadas en áreas urbanas suelen descargarse en cursos superficiales o conducirse hacia fosas sépticas. Los sedimentos derivados de los procesos de tratamiento pueden convertirse en una fuente adicional de contaminación, ya que introducen sustancias como nitratos, detergentes, virus, bacterias y materia orgánica disuelta. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2019), las aguas residuales constituyen una de las principales amenazas para la calidad del agua y la salud pública.

c) Actividades agrícolas

Los residuos sólidos dispersos en el ambiente resultan de difícil gestión, ya que se distribuyen en extensas áreas, lo que complica su recolección y tratamiento adecuado.GK

- **Fertilizantes:** Los fertilizantes aportan al agua compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio. En algunos casos, se ha estimado que hasta el 50 % del nitrógeno aplicado como abono puede infiltrarse hacia los acuíferos, contribuyendo a la contaminación del recurso hídrico (OMS, 2017; PNUMA, 2019).

- Plaguicidas: En esta categoría se incluyen de manera general fungicidas, acaricidas, mosquicidas, rodenticidas, nematocidas, bactericidas, insecticidas y herbicidas. La persistencia de estos compuestos orgánicos en el ambiente puede variar considerablemente, desde una semana hasta varios años, lo que incrementa su potencial de impacto en la calidad del agua y los ecosistemas (OMS, 2017; PNUMA, 2019).

d) Ganadería

Los desechos generados por la actividad ganadera aportan al agua compuestos como fosfatos, cloruros, nitrógeno, microorganismos y, en ocasiones, metales pesados. En general, su impacto no suele ser significativo en explotaciones pequeñas; sin embargo, en instalaciones de gran escala pueden representar un problema ambiental considerable. Las explotaciones porcinas son especialmente críticas, ya que los desechos líquidos producidos —conocidos como purines— contienen altas concentraciones de nutrientes y contaminantes

que afectan la calidad del recurso hídrico (OMS, 2017; PNUMA, 2019).

e) Actividades industriales y mineras

Las rutas de los residuos sólidos y de las sustancias contaminantes experimentan variaciones significativas. En el ámbito minero, los residuos pueden generarse tanto por las operaciones de procesamiento del mineral como por la infiltración del agua de lluvia a través de los depósitos de desechos. Las empresas, además, pueden ocasionar contaminación mediante inyecciones en zonas pantanosas, derrames superficiales o filtraciones provenientes de escombreras y líquidos residuales. También es importante destacar los subproductos derivados del petróleo, los cuales alcanzan la capa freática a través de vertidos accidentales o rupturas en depósitos y tuberías. En términos generales, estos compuestos son inmiscibles y poseen densidades menores que la del agua, lo que les permite flotar en la superficie del acuífero freático (OMS, 2017; PNUMA, 2019).

2.2.9. Microplásticos

Los microplásticos son partículas de plástico menores a 5 mm de longitud, que pueden alcanzar tamaños nanométricos invisibles al ojo humano. Se clasifican en primarios, fabricados intencionalmente en ese tamaño (como las microesferas presentes en cosméticos y productos de limpieza), y secundarios, que se originan por la fragmentación de plásticos más grandes debido a procesos de degradación física y química. Según

el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2016) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019), los microplásticos representan una amenaza creciente para la salud humana y los ecosistemas acuáticos, ya que se acumulan en la cadena trófica y afectan la biodiversidad.

2.2.10. Lixiviados

Los lixiviados son líquidos que se forman al filtrarse a través de acumulaciones de desechos sólidos, como ocurre en vertederos. El agua de lluvia, al atravesar estos residuos, arrastra sustancias químicas y compuestos nocivos, generando un líquido potencialmente peligroso para el ambiente y la salud humana. Según la United States Environmental Protection Agency (EPA, 2019) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2016), los lixiviados contienen metales pesados, compuestos orgánicos y microorganismos, por lo que requieren tratamiento especializado para evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

"Tiempo de generación de lixiviados"

Los lixiviados comienzan a producirse desde el primer día de disposición de residuos sólidos, debido a la humedad presente en la fracción orgánica. En condiciones de alta humedad y temperatura, su generación se intensifica durante las primeras semanas. Sin embargo, diversos estudios señalan que la producción de lixiviados se mantiene de manera continua durante varios años, mientras persista la descomposición de la materia orgánica y exista aporte de agua en el relleno o vertedero (Tchobanoglous, Theisen & Vigil, 1993; Renou et al., 2008).

Tiempo de generación:

Los lixiviados comienzan a formarse desde el primer día de disposición de residuos, debido a la humedad propia de los desechos orgánicos (Tchobanoglous, Theisen & Vigil, 1993).

En condiciones de alta humedad y temperatura, la producción de lixiviados puede intensificarse en las primeras semanas (Renou, Givaudan, Poulain, Dirassouyan & Moulin, 2008).

Estudios técnicos señalan que la generación de lixiviados se mantiene de manera continua durante años, mientras persista la descomposición de la fracción orgánica y exista aporte de agua en el relleno o vertedero. Según la United States Environmental Protection Agency (EPA, 2019) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2016), este proceso constituye un riesgo ambiental que requiere tratamiento especializado para evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Métodos de cálculo de lixiviados

Balance hídrico (método más usado)

Se basa en la ecuación:

$$L=P-(E+R)$$

donde

L: es el volumen de lixiviado generado,

P: la precipitación efectiva,

E: la evaporación y

R: la escorrentía superficial.

Este método fue desarrollado por Tchobanoglous, Theisen y Vigil (1993) en Integrated Solid Waste Management.

Fórmula simplificada de volumen

$$V=Q\times t$$

Donde:

V: es el volumen total de lixiviado,

Q: el caudal mensual y

t: el tiempo de operación en meses.

Este procedimiento ha sido utilizado en estudios de rellenos sanitarios en Latinoamérica para estimar acumulaciones a largo plazo (Renou et al., 2008).

Factores que influyen

La generación de lixiviados depende de variables como el clima local, la composición de residuos, el diseño del relleno y el tiempo de operación. Diversos estudios señalan que los lixiviados pueden producirse durante décadas mientras exista fracción orgánica y aporte hídrico (EPA, 2019; PNUMA, 2016).

2.2.11. Residuos Sólidos

Los desechos sólidos se definen como materiales, compuestos o artículos en estado sólido o semisólido que el generador debe manejar o está obligado a gestionar conforme a la normativa nacional, debido a los riesgos que representan para la salud y el ambiente. Esta definición abarca tanto los residuos generados por actividades humanas como aquellos ocasionados por fenómenos naturales. Según el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2016), la gestión de residuos sólidos constituye un aspecto fundamental para la protección ambiental y la salud pública.

Los residuos se definen como cualquier material, orgánico o inorgánico, generado por procesos de producción, transformación, consumo, extracción o procesamiento, que no puede reincorporarse en un nuevo ciclo productivo. Según la Ley N.° 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos (MINAM, 2016) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), los residuos sólidos representan un desafío para la salud pública y el ambiente, por lo que requieren una gestión integral que contemple reducción, reaprovechamiento, tratamiento y disposición final adecuada.

Los desechos sólidos se definen como compuestos, derivados o artículos en estado sólido o semisólido que son descartados por su productor. Se considera productor a toda persona natural o jurídica que, como resultado de sus actividades, genera residuos sólidos. Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2013), la gestión adecuada de estos residuos es fundamental para proteger la salud pública y el ambiente.

2.2.6.1. Clasificación de residuos sólidos

a) Residuos domiciliarios

Los residuos sólidos domésticos se describen como aquellos generados en los hogares a partir de actividades cotidianas. Incluyen restos de alimentos, periódicos, envases, cartón, plásticos, latas, productos de higiene personal y otros de naturaleza similar. Según el Ministerio del Ambiente del Perú

(MINAM, 2016), en la Ley N.° 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, estos residuos forman parte de la categoría de residuos municipales y requieren una gestión adecuada para evitar impactos negativos en la salud y el ambiente.

Posteriormente, se exhibe una matriz que enumera casos de diversas clases de desechos sólidos residenciales:

Tabla 2

Tipos de residuos sólidos domiciliarios

Tipo	Ejemplos
Orgánicos	Residuos descomponibles: Restos vegetales generados en la cocina (cáscaras de frutas y verduras) y desechos orgánicos como heces de los animales pequeños.
Papel	Materiales como recubras, hojas de cuadernos, libros y periódicos, que pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje.
Cartón	Cajas de distintos tipos (delgadas o gruesas), que pueden ser reaprovechadas mediante procesos de reciclaje.
Plástico	Hay una extensa gama de materiales dúctiles, los cuales están categorizados en 7 grupos: - PET (polietileno tereftalato): Envases transparentes utilizados en bebidas gaseosas, productos cosméticos y embalajes de artículos electrónicos.

- HDPE o PEAD (polietileno de alta densidad): Se utiliza en envases de champú, recipientes de pintura, potes de yogur, bolsas para productos electrónicos, contenedores, cajas de cerveza y hasta en bañeras.
- PVC (cloruro de polivinilo): Presente en envases de óleo, tuberías, recubrimientos eléctricos, botas, suelas de calzado deportivo, pelotas y otros artículos similares.
- PEBD (polietileno de baja densidad): Utilizado en bolsas plásticas, envases de jarabes y cremas, empaques de solución salina y leche, etiquetas de bebidas, tinas y diversos contenedores.
- PP (polipropileno): Se emplea en envases de alimentos como galletas y fideos, tapas de botellas de refrescos, cubiertas para recipientes de pintura y fundas plásticas utilizadas en discos compactos.
- PS (poliestireno): agujas para jeringas, juguetes, vasos de poliestireno expandido, cucharitas transparentes, platos desechables (frágiles y blancos), cuchillas de afeitar y cassettes.
- ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno): baquelita, discos compactos, carcasas electrónicas (teléfonos móviles y computadoras), láminas transparentes, piezas de consumado en muebles, juguetes,.

Fill	Golosinas, cubiertas de snack.
Vidrio	Envases cristalinas, de color verde, ámbar y azul, y vidrio para ventanas.
Textil	Prendas de vestir, restos de tela, demás.
Cuero	Sacos, carteras, zapatos.
Tetra Pack	Recipientes de jugos, leches y demás
Residuos de baño	Papel sanitario, toallas femeninas, pañales.
Pilas y baterías	De dispositivos, juguetes y de elementos, otros.
Metal	Latas metálicas, dispositivos de acero e hierro, envases de leche.

Fuente: *(OEFA, 2013)*

2.2.6.2. Objetivo de la gestión integral de los residuos sólidos

La gestión integral de los residuos sólidos tiene como objetivo prevenir o reducir al mínimo la generación de desechos en su origen. Frente a otras opciones de manejo, se prioriza la recuperación y el reaprovechamiento de materiales mediante prácticas como la reutilización, el compostaje y el reciclaje, con el propósito de proteger la salud pública y conservar el ambiente (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017).

2.2.6.3. Operación y procesos de los residuos sólidos

Se establece que las gestiones de los desechos involucran las siguientes procesos o operaciones:

a. Segregación

b. Limpieza y barrido de áreas públicas

c. Recolección

d. Almacenamiento

e. Transporte

f. Valorización

g. Procesamiento

h. Transferencia

i. Disposiciones finales

a) Segregación en la fuente

El productor de residuos sólidos debe realizar la separación de los materiales según sus características biológicas, químicas y físicas, con el fin de facilitar su disposición final o valorización. Esta acción está permitida únicamente en el lugar de origen, en centros de recolección municipales y en plantas de aprovechamiento de residuos sólidos municipales y no municipales, siempre que cuenten con acreditación y certificación ambiental (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017).

b) Almacenamiento

La retención de residuos sólidos en hogares, urbanizaciones y demás conjuntos habitacionales es

responsabilidad exclusiva del generador hasta su entrega al servicio municipal autorizado, ya sea de manera directa o mediante intermediarios, en el momento y condiciones que establezca la autoridad competente. El almacenamiento de residuos municipales y no municipales debe cumplir lo dispuesto en la Norma Técnica Peruana NTP 900.058:2019 – Gestión de Residuos Sólidos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos, la cual establece lineamientos para la segregación y acopio diferenciado, garantizando una gestión adecuada conforme a la legislación nacional (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2019).

c) Valorización

El manejo de residuos sólidos contempla opciones de gestión que se priorizan frente a la eliminación definitiva. Estas incluyen acciones como el reciclaje, la reutilización, el compostaje y el aprovechamiento energético, entre otras alternativas, las cuales deben realizarse en instalaciones debidamente autorizadas y certificadas (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017).

- Reciclaje: La reutilización constituye una forma de aprovechamiento material que implica transformar los residuos sólidos en productos, sustancias o materiales que conserven su función original o adquieran un nuevo uso (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017).

d) Transporte

El traslado de residuos sólidos consiste en la movilización adecuada de los materiales recolectados hacia instalaciones de disposición final o valorización, utilizando vehículos autorizados y apropiados para garantizar un manejo seguro (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2018).

e) Transferencia

La transferencia de residuos sólidos es el procedimiento mediante el cual los materiales recolectados se trasladan de un vehículo de menor capacidad a otro de mayor volumen, con el fin de continuar eficientemente los procesos de transporte hacia instalaciones de disposición final o valorización (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2018).

f) Tratamiento

El tratamiento de residuos sólidos comprende métodos y técnicas que permiten modificar sus propiedades físicas, químicas u orgánicas, con el objetivo de reducir o eliminar el riesgo de afectar la salud pública o el ambiente. Estas acciones están orientadas a facilitar la disposición final o la valorización de los residuos (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2018).

2.3. Marco Legal

2.3.1. ANA

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) puede intervenir en casos relacionados con residuos sólidos únicamente cuando estos afectan directamente cuerpos de agua como ríos, lagunas, quebradas, acuíferos o fuentes hídricas. En tales situaciones, la entidad está facultada para realizar acciones de verificación, monitoreo y fiscalización en la zona (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018).

2.3.2. Ley 29338

Esta norma regula el uso y la gestión de los recursos hídricos en el país. El Estado promueve e inspecciona su aprovechamiento y conservación sostenible, previniendo la alteración de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de los ecosistemas donde se encuentran (Ley N° 29338, 2009).

2.3.3. Ley 28611

Esta norma establece los principios y disposiciones fundamentales para garantizar el derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. Asimismo, fija el deber de contribuir a una gestión ambiental efectiva y a la protección del entorno natural (Ley N.° 28611, 2005).

2.3.4. Decreto Supremo 004-2017-MINAM

Los ECA establecen los niveles máximos de concentración de elementos o sustancias presentes en el agua que no representan riesgos para la salud humana ni para el ambiente, constituyendo parámetros de referencia para la gestión ambiental (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017).

2.3.5. Ley de Recursos Hídricos N.º 29338

La Ley de Recursos Hídricos regula el uso y la gestión del agua en sus diversas formas: superficial, subterránea, continental y los bienes asociados, extendiéndose también al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable. Su reglamento establece que la Autoridad Nacional del Agua (ANA) supervise y sancione las actividades que generen contaminación (Ley N.° 29338, 2009; Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2010).

2.3.6. Ley N° 32523

Esta norma modifica el Código Penal para tipificar el delito de exposición al peligro por el arrojo indebido de residuos sólidos en cauces naturales. La disposición incorpora el artículo 125-A, estableciendo responsabilidad penal cuando la conducta expone a las personas a riesgo de muerte o a un grave e inminente daño a la salud, además de sanciones agravadas en casos específicos (Ley N.° 32523, 2025).

2.4. Marco Conceptual

2.4.1. pH.

El pH del agua se define como la medida de su acidez o alcalinidad, determinada por la concentración de iones de hidrógeno (H+) presentes en la solución. Se expresa en una escala logarítmica de 0 a 14, donde valores menores a 7 indican acidez, el valor 7 representa neutralidad y valores superiores a 7 reflejan alcalinidad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y la American Public Health Association (APHA, 2017), el pH constituye un parámetro esencial en la evaluación de la calidad del agua, ya que influye en la solubilidad de metales, la eficacia

de los procesos de desinfección y la aceptabilidad del agua para consumo humano.

2.4.2. Turbiedad

La turbidez se entiende como la pérdida de transparencia u opacidad de un líquido, causada por la presencia de partículas en suspensión como arcillas, limos, materia orgánica, microorganismos y otros sólidos finos. A mayor concentración de estas partículas, mayor será el nivel de turbidez, lo que indica una disminución en la calidad del agua. Este parámetro es considerado un indicador importante de la condición del recurso hídrico, ya que niveles elevados pueden afectar procesos de desinfección, la aceptabilidad estética y la seguridad sanitaria. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y la American Public Health Association (APHA, 2017), la turbidez debe mantenerse en niveles bajos para garantizar agua potable segura, recomendándose valores menores a 5 unidades nefelométricas de turbidez (NTU) para consumo humano.

2.4.3. Caracterización de Residuos Solidos

La caracterización de residuos sólidos municipales es una herramienta técnica que permite obtener información primaria sobre las características físicas y químicas de los residuos generados en un ámbito geográfico determinado. Este estudio recopila datos como cantidad, densidad, composición y humedad, lo que facilita la planificación técnica y operativa del manejo de residuos sólidos, así como la gestión administrativa y financiera de los servicios de limpieza pública. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019), en la Guía para la caracterización

de residuos sólidos municipales, esta metodología es fundamental para diseñar políticas de gestión integral y cumplir con los estándares establecidos en la Ley N.° 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su reglamento.

2.4.4. Residuos Orgánicos

El término desecho se emplea para designar todo material generado por actividades de producción, transformación, consumo, extracción o procesamiento, que ha perdido su utilidad original y no puede reincorporarse directamente a un nuevo ciclo productivo. En el caso de los residuos sólidos, estos pueden ser de origen orgánico —provenientes de seres vivos y compuestos químicos con carbono— o inorgánico, derivados de procesos industriales y domésticos. Según la Ley N.° 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2013), los desechos deben ser gestionados de manera integral para prevenir impactos negativos en la salud y el ambiente.

2.4.5. Residuos Inorgánicos

Los desechos no biodegradables, también denominados inorgánicos, son aquellos que debido a sus características químicas presentan procesos de descomposición extremadamente lentos en el ambiente. Entre ellos se incluyen plásticos, vidrios, metales y gomas, que pueden ser reciclados mediante procesos mecánicos o industriales, aunque en algunos casos su reciclaje resulta inviable. Por ejemplo, el poliestireno expandido (tecnopor) puede persistir en el ambiente durante

cientos de años, mientras que otros residuos como las pilas y baterías son altamente contaminantes por su contenido de metales pesados y sustancias tóxicas. Según la Ley N.° 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), la gestión adecuada de estos residuos es esencial para prevenir impactos negativos en la salud y el ambiente.

2.4.6. Residuos Peligrosos

El término desecho se refiere a todo material generado por actividades humanas de producción, transformación o consumo, que ha perdido su utilidad original y no puede reincorporarse directamente a un nuevo proceso productivo. Por ello, resulta necesario su eliminación, tratamiento o reciclaje para reducir impactos ambientales y, en algunos casos, obtener nuevas posibilidades de aprovechamiento. Según la Ley N.° 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), los desechos deben ser gestionados de manera integral, considerando su clasificación en orgánicos, inorgánicos, peligrosos y aprovechables, con el fin de proteger la salud pública y el ambiente.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio corresponde a una investigación cuantitativa de carácter evaluativo, dado que parte de una problemática claramente definida y objetivos formulados con precisión. En este enfoque, las hipótesis pueden ser aceptadas o refutadas a partir de los resultados obtenidos, los cuales se derivan de la medición objetiva y científica de las variables. Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), la investigación cuantitativa se caracteriza por el uso de instrumentos estandarizados, la recolección de datos numéricos y el análisis estadístico, lo que permite establecer relaciones causales y comprobar hipótesis de manera rigurosa.

Nivel de investigación

La investigación realizada adoptó un enfoque descriptivo, ya que se orientó a recopilar y analizar datos sobre diversos aspectos, componentes y dimensiones del fenómeno en estudio. Desde la perspectiva científica, la descripción implica la recolección sistemática de información que permita detallar las características de las variables sin manipularlas. Las investigaciones

descriptivas buscan especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o fenómenos, así como medir y registrar la distribución de dichas características en un contexto determinado. Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), este tipo de investigación se centra en observar, medir y describir fenómenos tal como se presentan en la realidad, proporcionando una base sólida para posteriores estudios correlacionales o explicativos.

Métodos de investigación

El estudio se desarrolló bajo el método científico, el cual garantiza rigurosidad en la formulación de problemas, objetivos e hipótesis, así como en la recolección y análisis de datos. Dentro de este marco, se adoptó el método no experimental, caracterizado por observar los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin manipular deliberadamente las variables independientes. Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), este tipo de diseño permite analizar relaciones entre variables y describir su comportamiento en situaciones reales, siendo especialmente útil en investigaciones sociales y ambientales donde la manipulación experimental no es posible ni ética.

Enfoque de la investigación

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, orientado a la medición objetiva de las variables y a la determinación de sus concentraciones o magnitudes dentro del problema de investigación. Este enfoque se caracteriza por la recolección de datos numéricos, el uso de instrumentos estandarizados y la aplicación de análisis estadísticos que permiten comprobar hipótesis y establecer relaciones entre variables. Según Hernández Sampieri, Fernández y

Baptista (2014), la investigación cuantitativa busca explicar fenómenos mediante la cuantificación y el análisis estadístico, garantizando rigor científico y validez en los resultados.

Diseño de investigación

El diseño metodológico corresponde a un estudio no experimental de tipo transeccional descriptivo, ya que se limita a observar y describir las condiciones del fenómeno sin manipular las variables. En este caso, se analizó la calidad del agua en el área de influencia del botadero de la ciudad y en las comunidades cercanas a la ribera de la Laguna del distrito de Arapa, la cual constituye un cuerpo de agua de uso primario para la ganadería, la agricultura y el consumo humano. Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), los estudios no experimentales transeccionales descriptivos permiten recolectar datos en un único momento temporal, con el fin de especificar las características y condiciones de las variables en un contexto determinado.

El esquema simbólico empleado fue.

M -------→ O

El diseño de la investigación corresponde a un estudio no experimental transeccional descriptivo, en el cual se observa el fenómeno sin manipular las variables y se recolectan datos en un único momento temporal. En este caso, M representa la muestra seleccionada y O la observación de los rangos de potabilidad del agua en los centros poblados circundantes a la Laguna del distrito de Arapa, cuerpo de agua destinado principalmente al abastecimiento de ganado, actividades agrícolas y consumo humano. Este diseño permite describir

las condiciones actuales del recurso hídrico en el área de influencia, aportando información relevante para la gestión ambiental y sanitaria.

3.1.1. Diseño estadístico

La prueba de Wilcoxon

La prueba de Wilcoxon es una técnica estadística no paramétrica utilizada para comparar dos conjuntos de datos cuando no se cumplen los supuestos de normalidad requeridos por pruebas paramétricas. En su versión de rangos con signo, se aplica a dos muestras relacionadas, evaluando las diferencias entre mediciones tomadas bajo distintas condiciones o momentos. Por otro lado, la prueba de Mann-Whitney U se emplea para comparar dos grupos independientes, asignando rangos a las observaciones y verificando si existen diferencias significativas entre ellos. Ambas pruebas permiten evaluar la hipótesis de igualdad entre muestras o grupos, constituyendo herramientas robustas en contextos donde los datos no siguen una distribución normal. Según Conover (1999) y Siegel & Castellan (1988), estas pruebas son ampliamente utilizadas en investigaciones sociales, biomédicas y ambientales por su capacidad de manejar datos ordinales y distribuciones no normales.

3.2. Técnicas e instrumentos de la investigación

En esta labor de estudio, se empleó para la obtención de información, lo que se muestra posteriormente:

Técnicas.

- Observaciones visuales directas.

- Análisis de laboratorio.

- Análisis revisión bibliográfica.

Instrumentos.

- Hoja de campo
- Normas Legales
- Hoja de registro de datos de campo.
- Hoja de pesaje de residuos solidos
- Cadena custodia.
- Resultados de laboratorio.

3.2.1. Materiales y equipos:

Para el presente estudio se emplearon los siguientes equipos, materiales y reactivos, indispensables para la ejecución de los análisis y procedimientos:

a. Materiales:

Se emplearon los siguientes elementos:

- Bolsas de plástico
- Lapicero
- Guantes quirúrgicos
- Balde de 10 litros
- Frasco de vidrio de 1 litro
- Cooler
- Cámara fotográfica
- Matraz Erlenmeyer
- Vaso precipitado
- Probetas
- Gradillas
- Piseta de agua destilada de 200 ml
- Mascarilla
- Mandil
- Botas de seguridad

b. Equipos:

- GPS
- Medidor de pH
- Multiparámetro HQ40d

- Congeladora
- Bureta digital
- Balanza analítica
- Colorímetro DR900HAC

c. Materiales para trabajo de gabinete

- Laptop
- Hoja de Seguimiento diario
- Artículos de trabajo de escritorio

3.3. Lugar de estudio

El estudio contó con su ubicación de análisis en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

a. Ubicación de puntos de muestreo

En cuanto a la ubicación de los puntos de muestra se efectuó en:

Tabla 3.

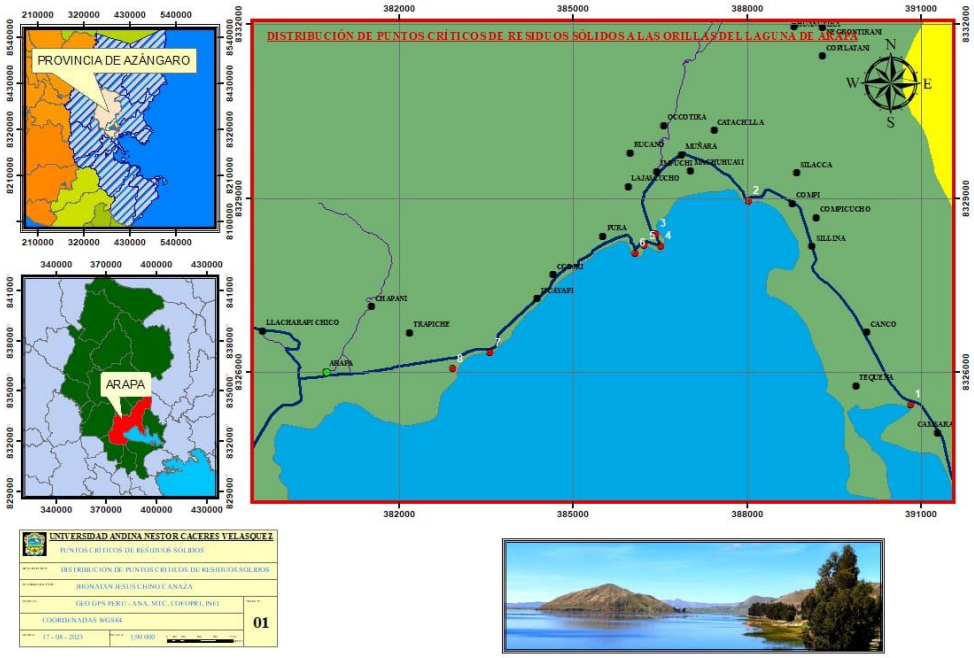
Punto de muestreo y georreferenciación

Código	Punto de monitoreo y/o Coordenadas	
P – 1	E: 390829.0	N: 1674524.5
P – 2	E: 388006.8	N: 1671034.6
P – 3	E: 386458.4	N: 1671871.7
P – 4	E: 385116.6	N: 1672185.5
P – 5	E: 383303.1	N: 1673669.4

Nota: en la tabla presentamos el sitio de muestreo según su facilidad de acceso

En la figura subsiguiente se visualiza el punto de muestreo, primariamente a causa del ingreso hacia la extracción de muestreos.

Figura 1
Ubicación de puntos de muestreo de agua.



3.4. Croquis de Ubicación de los Puntos Críticos Identificados

El área de estudio se ubica en la laguna de Arapa, distrito de Arapa, provincia de Azángaro, región Puno. El croquis de ubicación muestra los accesos principales desde la carretera Juliaca–Huancané, las comunidades ribereñas y los puntos de muestreo seleccionados para la caracterización de residuos sólidos..

Figura 2
Ubicación de puntos críticos identificados de los residuos sólidos



3.5. Población y muestra

a. Población:

La población considerada en este análisis corresponde a las aguas de las orillas de la laguna ubicada en el distrito de Arapa, provincia de Azángaro, región Puno.

b. Muestra:

En la presente investigación se realizó la toma de muestras de agua en cinco puntos de muestreo definidos para cada actividad. En cada punto se recolectaron 2 litros de agua en frascos de plástico previamente lavados con agua destilada, con el fin de evitar contaminación cruzada y garantizar la representatividad de las muestras.

La población objeto de estudio corresponde a las aguas de la ribera de la laguna ubicada en el distrito de Arapa, provincia de Azángaro, región Puno. Para garantizar la representatividad del análisis, se definieron cinco puntos de muestreo estratégicamente ubicados en zonas de influencia del botadero y áreas de uso directo del recurso hídrico. En cada punto se recolectaron 2 litros de agua en frascos previamente lavados con agua destilada.

El número de muestras se estableció siguiendo criterios de cobertura espacial y de acuerdo con los lineamientos del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016) y las recomendaciones de la American Public Health Association (APHA, 2017), que destacan la importancia de definir puntos de muestreo en función de la extensión del cuerpo de agua, los usos del recurso y la variabilidad esperada de los parámetros.

3.6. Procedimiento Metodológico de la Investigación

3.5.1. Procedimiento metodológico para el primer objetivo:

Identificar los puntos críticos del vertimiento de residuos sólidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa por el vertimiento de residuos sólidos.

Para la identificación de los puntos críticos se realizó observación directa, lo que permitió reconocer visualmente las zonas con mayor acumulación de residuos sólidos. Se constató que los pobladores de las comunidades circundantes utilizan las riberas de la laguna del distrito de Arapa como áreas de disposición informal de desechos, ante la ausencia de lugares adecuados para su manejo final. Posteriormente, con el apoyo de un GPS, se registraron las coordenadas exactas de cada sitio de muestreo, las cuales fueron consignadas en el registro de trazabilidad. Con base en estos criterios, se seleccionaron cinco puntos críticos en las riberas de la laguna para la toma de muestras.

El trabajo de campo se realizó los días 8 de febrero y 1 de marzo de 2026, con el propósito de identificar los puntos críticos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

Figura 3

Ribera de la Laguna, Comunidad de Tequena



Figura 4

Ribera de Laguna, Comunidad de Compi



Figura 5

Ribera del Laguna, Comunidad de Impuchi



3.5.2. Procedimiento metodológico para el segundo objetivo:

Caracterizar los residuos sólidos vertidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa por el vertimiento de residuos sólidos.

Para alcanzar el segundo objetivo, se procedió con la recolección y posterior clasificación de las muestras.

3.5.2.1. Caracterización de residuos domésticos y residuos presentes en las riberas de la Laguna del distrito de Arapa

Este apartado se centra en la identificación y análisis de los residuos generados en el ámbito doméstico, así como de aquellos acumulados en las riberas de la laguna del distrito de Arapa. La caracterización permite establecer la composición, volumen y tipo de desechos, con el propósito de evaluar su impacto ambiental y definir lineamientos para una gestión adecuada.

Diferencias principales

- **Residuos domésticos**

Este apartado se enfoca en los desechos generados en el ámbito doméstico, tales como restos de alimentos, envases, plásticos, papel y vidrio. El análisis tiene como propósito determinar su composición, volumen y formas de manejo dentro del entorno familiar y urbano.

- **Residuos en las riberas de la laguna**

Este apartado se enfoca en los desechos que llegan y se acumulan en el ecosistema acuático. El análisis considera no solo su composición, sino también el impacto ambiental, la procedencia —doméstica, agrícola o turística— y la distribución espacial en las riberas.

3.5.2.2. Opciones de Medición

Diaria: Se mide cada día durante un tiempo determinado (ejemplo: 30 días consecutivos).

Semanal: Se mide diariamente y luego se promedia por semana.

Mensual: Se mide varios días representativos y se extrapola al mes.

Estacional: Se mide en temporadas clave (época de lluvias vs. época seca).

3.5.2.3. Ejemplo a Aplicar

$$kg/dia = \frac{RESIDUOS\ SÓLIDOS\ RECOLECTADOS\ EN\ EL\ PERIODO}{NÚMERO\ DE\ DIAS\ DE\ MEDICIÓN}$$

$$kg/dia = \frac{RESIDUOS\ SÓLIDOS\ EN\ 7\ DIAS}{7}$$

3.5.2.4. Recolección de residuos sólidos.

En esta fase se llevó a cabo la recopilación de residuos en cada punto crítico, trabajo desarrollado entre el 22 y el 30 de febrero de 2026. En cada sitio se efectuó la recolección, segregación y pesaje de los residuos sólidos presentes en las riberas de la laguna de Arapa.

Se llevó a cabo una limpieza intensiva en los puntos críticos de las riberas de la laguna de Arapa, con la participación de la población local y el apoyo de la municipalidad distrital. Esta jornada se desarrolló el 21 de febrero de 2026.

Figura 6

Recolección de residuos



Nota: Para esto se procede un trabajo de campo.

3.5.2.5. Clasificación de residuos solidos

Se realiza la codificación de restos sólidos, según el tipo de residuos según datos de la OEFA.

Tabla 4

Clasificación del tipo de residuo

Tipo	Ejemplos
Orgánicos	Desperdicios perecederos, como desechos vegetales, comúnmente originados en la cocina, como cáscaras de verduras y frutas. Asimismo, incluye las heces de animales pequeños.
Papel	Páginas de libretas, periódicos, libros, revistas.
Cartón	Envases, ya sean robustos o ligeros
Plástico	Hay una variedad considerable de materiales dúctiles, los cuales se organizan en 7 grupos: - PET (tereftalato de polietileno): envases cristalinos de refrescos, productos cosméticos, y cataduras de dispositivos electrónicos. - HDPE o PEAD (polietileno de elevada densidad): recipientes para shampoo, cubos de pintura, envases de yogur, bolsas para dispositivos electrónicos, bandejas, tinas y cajas de cerveza. - PVC (policloruro de vinilo): envases de aceite, tuberías, pelotas, materiales dieléctricos eléctricos, suelas de zapatillas, botas, entre otros. - PEBD (polietileno de baja densidad): plástico utilizado en bolsas, etiquetas de bebidas gaseosas, envases de jarabes, bolsas de suero, frascos de cremas, envases de leche, bandejas y tinas. - PP (polipropileno): material utilizado en envases de alimentos como galletas y fideos, válvulas para cubos de pintura, válvulas de bebidas gaseosas, fundas negras de discos compactos. - PS (poliestireno): esgrimido en juguetes, vasos de tecnopor, cucharitas claras, jeringas, platos desechables (los quebradizos y los blancos), cuchillas de afeitar, cassettes. - ABS (poliuretano, poliamida, policarbonato): presente en discos compactos, micas, carcasas electrónicas (celulares y computadoras), juguetes, baquelita, piezas de acabado en muebles.

Fill	Envases de aperitivos
Vidrio	Envases cristalinas, verde, ámbar y azul.
Textil	Recortes de textil, indumentarias, etc.
Cuero	Carteras, zapatos, sacos
Tetra Pack	Leches, recipientes de jugos y demás
Residuos de baño	Artículos de papel higiénico, toallas sanitarias, pañales.
Pilas y baterías	De enseres, juguetes y de automóviles, etc.
Metal	Tarro de leche, hojalatas, aparatos de acero y hierro.

3.5.2.6. Pesaje de residuos solidos

Se registraron los datos correspondientes al pesaje de los residuos sólidos, diferenciados según su tipo. Esta información permitió identificar la práctica predominante de disposición que se realiza en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

3.5.3. Procedimiento metodológico para el tercer objetivo:

Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas vertidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa por el vertimiento de residuos sólidos.

a. Toma de muestra

La toma de muestras se efectuó en cinco puntos de muestreo: Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche, ubicados en las riberas de la laguna del distrito de Arapa. Cada muestra fue recolectada en botellones plásticos de 2 litros, previamente lavados

con detergente neutro y enjuagados con agua destilada para evitar contaminación.

Las cinco muestras fueron trasladadas al laboratorio de análisis químico ambiental LAQUAMEQ E.I.R.L., ubicado en el Jr. Deústua N.° 522, Barrio 28 de Julio, Juliaca – San Román, donde se procedió a su evaluación bajo condiciones ambientales controladas. La entrega se efectuó el 5 de marzo de 2026 para el estudio correspondiente.

Tabla 5

Parámetros a Analizar de la Muestra

N°	Parámetro	Unidad
1	Temperatura	°C
2	pH	-
3	Conductividad Eléctrica	µS/cm
4	Turbidez	NTU
5	Color	Un. Pt/Co
6	Cloruros	mg/l
7	Dureza	mg/l
8	Alcalinidad	mg/l
9	Calcio	mg/l
10	Magnesio	mg/l
11	Solidos totales	mg/l

b. Medición de temperatura

Para evaluar la temperatura se utilizó un termómetro, el cual se introdujo en una muestra de 50 ml con el fin de registrar la lectura en grados Celsius.

c. Medición de pH

De la muestra recolectada se extrajeron 50 ml en un recipiente de laboratorio para determinar el pH con la ayuda de un medidor. Se anotó el resultado y, antes de realizar nuevas lecturas, el instrumento fue enjuagado con agua purificada, siguiendo las recomendaciones de la American Public Health Association (APHA, 2005).

d. Medición de Conductividad Eléctrica

De la muestra recolectada se extrajeron 50 ml en un vaso precipitado, donde se midió la conductividad eléctrica del agua utilizando un multiparámetro. El resultado fue registrado para su análisis correspondiente.

El dispositivo de cuantificación fue enjuagado con agua destilada antes de realizar nuevas lecturas, siguiendo las recomendaciones de la American Public Health Association (APHA, 2005).

e. Medición de Turbidez

Después de colocar la muestra en la celda del turbidímetro, cúbrala y realice un enjuague previo. Posteriormente, séquela y límpiela con papel toalla.

Sitúe la celda en el soporte del equipo, asegurándose de que quede alineada y llegue hasta el fondo. Espere aproximadamente

5 segundos para que el turbidímetro registre la lectura correspondiente.

f. Medición de dureza

Para la medición de la dureza del agua se siguieron los pasos que se detallan a continuación:

- Introduzca 25 ml del muestreo en un Matraz Erlenmeyer de 125 ml, seguido por las adiciones de 1 ml de Solución Tampón de pH10.

- Incorpora 5 mg de los Indicadores reactivos en polvo Negro de Eriocromo T. Después, sacude el matraz y adquirirá un tono granate.

- Posteriormente, añade el Titulante EDTA 0.02N al muestreo hasta que muestre una apariencia azul. Toma apunte de la cuantía de titulante.

g. Medición de Cloruros

Para la determinación del cloruro se realiza los siguientes pasos:

- Agrega 25 ml del muestreo a un Matraz Erlenmeyer de 125 ml y luego incorpora 1 ml de Cromato de Potasio.

- Supremamente, agrega el Titulante Nitrato de plata a la muestra hasta que adquiera una apariencia naranja. Apunta la cuantía de titulante.

h. Medición de Calcio

Para la determinación del calcio se realiza los siguientes pasos:

- Después de depositar 25 ml del muestreo en un Matraz Erlenmeyer de 125 ml, añade 1 ml de Hidróxido de Sodio.

- Después de agregar 5 mg de Indicador Muroxida, agita el matraz y adquirirá un tono rosa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados de la Identificación de puntos críticos

Mediante observación directa y el registro de coordenadas con GPS se identificaron cinco puntos críticos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa, correspondientes a las comunidades de Tequena, Compi, Impuchi, Trapiche e Iscayapi. En estos sectores se evidenció una mayor acumulación de residuos sólidos, producto de la disposición informal realizada por los pobladores.

La presencia de vertimientos evidencia la carencia de infraestructura adecuada para la gestión de residuos sólidos y confirma que las prácticas locales de disposición final constituyen un factor determinante en la contaminación de la laguna. La identificación de los puntos críticos representa un insumo fundamental para la caracterización de residuos y la evaluación de parámetros físico-químicos, lo que permite establecer una relación directa entre la actividad humana y el deterioro ambiental del recurso hídrico.

4.1.2. Resultados de la caracterización de los residuos sólidos vertidos en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

A continuación, mostraremos los resultados derivados de la fijación de desechos sólidos de los 5 puntos de muestra de las riberas de la Laguna del distrito de Arapa.

Tabla 6

Resultados de la caracterización de residuos sólidos.

Tipo	Ejemplos	m3	Peso (Kg)	%
Orgánicos	Desechos orgánicos, como restos de vegetales comúnmente generados en la cocina, como fárfaras de verduras y frutas. Asimismo, se incluyen las excreciones de animales pequeños.	9.23	1661.40	20.13
Papel	Libros, revistas, periódicos y cuadernos contienen información escrita.	2.27	408.60	4.95
Cartón	Ya sean gruesas o delgadas, las cajas son parte.	3.09	556.20	6.74
Plástico	Hay una amplia variedad de plásticos, clasificados en 7 tipos diferentes:			
	- PET (polietileno tereftalato): Envases cristalinos de refrescos, productos cosméticos y embalajes de dispositivos electrónicos.	8.09	1456.20	17.65
	- HDPE o PEAD (polietileno de alta densidad): Recipientes de shampoo, envases de yogurt, cubos de boceto, bolsas de dispositivos electrónicos, cajas de cerveza, tinas y recipientes.	0.90	162.00	1.96

	- PVC (cloruro de polivinilo): Cilindros, recipientes de óleo, materiales dieléctricos para electricidad, esferas, suelas de calzado deportivo, calzado de alta resistencia, etc.	0.45	81.00	0.98
	- PEBD (polietileno de baja densidad): Sacolas, envases de jarabes y frascos de cremas, sacos para soluciones intravenosas, envases de leche, etiquetas de refrescos, cubetas y recipientes. Material plástico	0.25	44.46	0.54
	- PP (polipropileno): Envoltorios de comestibles (pastas y galletas), cubiertas para cubos de pintura, válvulas de bebidas carbonatadas, fundas oscuras de cedes.	0.41	73.80	0.89
	- PS (poliestireno): Juguetes, agujas hipodérmicas, cucharas transparentes, vasos de poliestireno expandido, hojas de afeitar, platos desechables (blancos y frágiles), cintas de casete.	0.47	84.60	1.02
	- ABS (poliuretano, policarbonato, poliamida): Soportes ópticos, resina fenólica, láminas transparentes, envolventes electrónicas (dispositivos informáticos y móviles), objetos lúdicos.	0.22	38.70	0.47
	Medios compactos, fenoplasto, láminas plásticas.			
	- acabado en muebles.	0.00	0.00	0.000
Fill	Envolturas de snack, golosinas	2.71	487.80	5.91
Vidrio	Envases traslúcidos, tonalidades de ámbar, verde y azul, cristal para aberturas.	5.70	1026.00	12.43
Textil	Trozos de tela, indumentaria, etc.	2.49	448.20	5.43
Cuero	Zapatos, carteras, sacos	0.57	102.60	1.24

Tetra Pack	Recipientes de zumos, lácteos y demás	1.35	243.00	2.95
Residuos de baño	Rollos de papel higiénico, pañales desechables, compresas higiénicas.	5.40	972.00	11.78
Pilas y baterías	De dispositivos, juegos y de automóviles, etc.	0.90	162.00	1.96
Metal	Latas metálicas, envase de leche, dispositivos de acero y hierro.	1.35	243.00	2.95
		45.84	8251.56	100.00

Nota: Se observa los tipos de los tipos de residuos en m3, peso y el porcentaje.

La Tabla 6 muestra que el residuo más generado por la población asentada en las riberas de la laguna del distrito de Arapa corresponde al plástico, con un total de 1940.76 kg (23.52%). Dentro de este grupo, el PET fue el más frecuente, alcanzando 1456.20 kg (17.65%). En segundo lugar, se identificaron residuos orgánicos con 1661.40 kg (20.13%). Otros tipos de residuos caracterizados fueron los de baño (11.78%), cartón (6.74%), film plástico (5.91%), textiles (5.43%), papel (408.6 kg; 4.95%), metales y tetrapack (486 kg; 5.89%), pilas y baterías (162 kg; 1.96%) y, finalmente, cuero, que representó el menor aporte con 102.6 kg (1.24%).

4.1.3. Resultados de la determinación de la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas en las riberas de la laguna del distrito de Arapa.

Para evaluar las características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas cercanas a las riberas de la laguna del distrito de Arapa, se realizaron observaciones directas en los sectores con mayor presencia de residuos sólidos, producto de la disposición inadecuada por parte de los pobladores.

Tabla 7

Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Tequena

PARAMETRO	TEQUENA
Temperatura (°C)	14.6
pH	7.04
C. Eléctrica (µS/cm)	954
Turbidez (NTU)	94.9
Color (Un. Pt/Co)	265
Cloruros (mg/l)	120.8
Dureza (mg/l)	1680
Alcalinidad (mg/l)	240.2
Calcio (mg/l)	880
Magnesio (mg/l)	194.4
Solidos totales (mg/l)	21936

Nota: Resultados de la ribera del Laguna del distrito de Arapa Comunidad de Tequena

De acuerdo con lo observado en la Tabla 7 y en referencia al D.S. N.° 004-2017-MINAM, que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), se registró una temperatura de 14.6 °C, considerada un valor medio que favorece la conservación de la fauna y flora acuática. El pH obtenido fue de 7.04, dentro del rango establecido (6.5 – 8.5), lo que confirma el cumplimiento de las condiciones ambientales requeridas.

En cuanto a la conductividad eléctrica, se obtuvo un valor de 954 µS/cm, el cual se encuentra dentro del límite establecido por la normativa ambiental (1600 µS/cm), cumpliendo así con las condiciones de calidad del agua.

La turbidez registrada fue de 94.9 NTU, valor que se encuentra dentro del límite establecido por la normativa ambiental (100 NTU), cumpliendo así con las condiciones de calidad del agua.

El parámetro de cloruros presentó un valor de 120.8 mg/L, encontrándose dentro del límite establecido por la normativa ambiental (500 mg/L). Asimismo, el magnesio registró un valor de 194.4 mg/L, cumpliendo con los criterios de calidad ambiental correspondientes.

Las mediciones de color, dureza, calcio y sólidos totales no cumplen con lo establecido en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, que define los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Los resultados obtenidos fueron: 265 Un. Pt/Co para color, 1680 mg/L de dureza, 880 mg/L de calcio y 21,936 mg/L de sólidos totales, respectivamente.

Tabla 8

Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Compi

PARAMETRO	COMPI
Temperatura (°C)	13.7
Ph	7.89
C. Eléctrica (µS/cm)	863
Turbidez (NTU)	47.1
Color (Un. Pt/Co)	65
Cloruros (mg/l)	40.2
Dureza (mg/l)	880
Alcalinidad (mg/l)	240.2
Calcio (mg/l)	480
Magnesio (mg/l)	97.2
Solidos totales (mg/l)	2188

Nota: Resultados de la ribera del Laguna del distrito de Arapa Comunidad de Compi

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 8: según el D.S. N° 004-2017-MINAM, precisa la Norma de Condición Ambiental (ECA). Se puede apreciar que el pH tiene valor de 7.89 siendo el rango (6.5 - 8.5) por ende CUMPLE las normativas de condición ambiental.

En cuanto a conductividades eléctricas posee un valor de 863 µS/cm, cumpliendo la norma de condición ambiental que es de 1600 µS/cm.

Asimismo, la turbidez tiene un valor 47.1 NTU cumpliendo las normativas de condición ambiental que es 100 NTU.

El parámetro de cloruros tiene un valor de 40.2 mg/l cumpliendo las normativas de condición ambiental que es 500 mg/l y magnesio tiene un valor de 97.2. cumpliendo las normativas de condición ambiental.

Las medidas de Color, dureza, calcio y solidos totales NO CUMPLEN con lo concreto en el D,S, N° 004-2017-MINAM, donde obliga a la Norma de Condición Ambiental (ECA), obteniendo como resultados de 65 (Un. Pt/Co), 880 NTU, 480 mg/l y 2188 mg/l. proporcionalmente

Tabla 9

Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Impuchi

PARAMETRO	IMPUCHI
Temperatura (°C)	13.4
Ph	8.39
C. Eléctrica (µS/cm)	887
Turbidez (NTU)	96.8
Color (Un. Pt/Co)	140
Cloruros (mg/l)	92.56
Dureza (mg/l)	160
Alcalinidad (mg/l)	64.05
Calcio (mg/l)	156
Magnesio (mg/l)	0.97
Solidos totales (mg/l)	576

Nota: Resultados de la ribera del Laguna del distrito de Arapa Comunidad de Impuchi

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 9: Según D.S. N° 004-2017-MINAM, concreta a la Disposición de Condición Ambiental (ECA). Se puede apreciar que el pH tiene valor de 8.39 siendo el rango (6.5 - 8.5) cumpliéndose los estándares.

En cuanto a conductividades eléctricas posee un valor de 887 µS/cm, cumpliendo la normativa de condición ambiental que es de 1600 µS/cm.

Asimismo, la turbidez tiene un valor 96.8 NTU, el parámetro de cloruros tiene un valor de 92.56 mg/l, dureza tiene un valor de 160 mg/l, la cuantificación calcio tiene un valor de 156 mg/l, en cuanto a magnesio tiene un valor de 0.97 mg/l, y solidos totales 576 mg/l todos estos parámetros CUMPLEN con lo determinado en el DS N° 004-2017-

MINAM, donde concreta a la Norma de Condición Ambiental (ECA) por la cual no representa riesgo significativo.

Tabla 10

Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Iscayapi

PARAMETRO	ISCAYAPI
Temperatura (°C)	14
Ph	8.67
C. Eléctrica (µS/cm)	877
Turbidez (NTU)	73.3
Color (Un. Pt/Co)	155
Cloruros (mg/l)	96.58
Dureza (mg/l)	164
Alcalinidad (mg/l)	64.05
Calcio (mg/l)	152
Magnesio (mg/l)	2.9
Solidos totales (mg/l)	552

Nota: Resultados de la ribera del Laguna del distrito de Arapa Comunidad de Impuchi

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 10: Según D.S. N° 004-2017-MINAM, precisa a la Norma de Condición Ambiental (ECA).

Se puede apreciar que el pH tiene valor de 8.67 siendo el rango (6.5 - 8.5) siendo este punto ligeramente alcalino.

En cuanto a conductividades eléctricas tiene un valor de 877 µS/cm, cumpliendo la norma de condición ambiental que es de 1600 µS/cm.

Asimismo, la turbidez tiene un valor 73.3 NTU, el parámetro de cloruros tiene un valor de 96.58 mg/l, dureza tiene un valor de 164 mg/l, la cuantificación calcio tiene un valor de 152 mg/l, en cuanto a magnesio

tiene un valor de 2.9 mg/l, y solidos totales 552 mg/l. Todos estos parámetros CUMPLEN con lo determinado en el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde define la Normativa de Condición Ambiental (ECA) por la cual no representa riesgo significativo.

Tabla 11

Resultados del análisis del punto de muestreo Comunidad de Trapiche

PARAMETRO	TRAPICHE
Temperatura (°C)	13.9
Ph	6.92
C. Eléctrica (µS/cm)	236
Turbidez (NTU)	77.4
Color (Un. Pt/Co)	445
Cloruros (mg/l)	402.4
Dureza (mg/l)	480
Alcalinidad (mg/l)	280.2
Calcio (mg/l)	200
Magnesio (mg/l)	68
Solidos totales (mg/l)	1172

Nota: Resultados de la ribera del Laguna del distrito de Arapa Comunidad de Trapiche

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 11: Según D.S. N° 004-2017-MINAM, concreta a la Norma de Condición Ambiental (ECA).

En cuanto al parámetro de pH se observa que el agua tiene un valor de 6.92 cumpliéndose los estándares de calidad ambiental.

Asimismo, las conductividades eléctricas tienen un valor de 236 µS/cm, cumpliendo la norma de condición ambiental que es de 1600 µS/cm.

Asimismo, la turbidez tiene un valor 77.4 NTU, dureza tiene un valor de 480 mg/l, la medida calcio tiene un valor de 200 mg/l, en cuanto a

magnesio tiene un valor de 68 mg/l, y solidos totales 1172 mg/l. Todos estos parámetros CUMPLEN con lo concreto en el D.S. N° 004-2017-MINAM, donde concreta la Norma de Condición Ambiental (ECA) por la cual no representa riesgo significativo.

En cuanto el parámetro de cloruros tiene un valor de 402.4 mg/l consiguientemente NO CUMPLE con lo determinado en el ORDEN SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

4.1.3. Resultado de la Prueba de Hipótesis

Planteamiento de las hipótesis

H0: Todos los parámetros fisicoquímicos de aguas a riberas de la laguna del distrito de Arapa, superan la normativa de los ECA.

H1: Algunos de los parámetros fisicoquímicos de aguas a riberas de la laguna del distrito de Arapa, superan la normativa de los ECA.

Tabla 12

Comparación de Parámetros Fisicoquímicos del Agua en Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche con ECA.

Rangos				
		N	Rango promedio	Rango promedio
Parámetros fisicoquímicos - Concentraciom de los parámetros fisicoquímicos, Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche	Rangos negativos	88[a]	54,45	4792,00
	Rangos positivos	12[b]	21,50	258,00
	Empates	0[c]		
	Total	100		

a. Parámetros fisicoquímicos < Concentración de los parámetros fisicoquímicos, Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche.
b. Parámetros fisicoquímicos > Concentraciom de los parámetros fisicoquímicos, Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche.
c. Parámetros fisicoquímicos = Concentraciom de los parámetros fisicoquímicos, Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche.

En la tabla se observa el Rangos negativos (a): 88 casos con un rango promedio de 54.45 y una suma de rangos de 4792.00. Asimismo, Rangos positivos (b): 12 casos con un rango promedio de 21.50 y una suma de rangos de 258.00.

Interpretación:

Los hallazgos sugieren donde la mayor parte de los indicadores fisicoquímicos del agua en estas comunidades están por encima de los ECA, ya que hay un número significativamente mayor de casos en los rangos negativos (88) en comparación con los rangos positivos (12). Esto respalda la evidencia en contra de la hipótesis nula.

En resumen, hay suficiente evidencia para afirmar que como mínimo parte de las variables fisicoquímicas del agua en las comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche superan los ECA.

Tabla 13

Comparación de Parámetros Fisicoquímicos del Agua en Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche con ECA mediante Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon"

Estadísticos de prueba	
	Parámetros fisicoquímicos - Concentración de los parámetros fisicoquímicos, Comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche.
Z	-7,796[b]
Sig. asintótica(bilateral)	0,000

En la tabla se manifiesta el análisis de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, y se obtienen los siguientes resultados:

Estadístico de prueba (Z): Tiene un valor de -7.796. asimismo, el Valor de p (Sig. asintótica): Es de 0.000.

Interpretación:

El valor de p obtenido es muy pequeño (0.000), lo que indica que se halla por debajo del valor de significación comúnmente utilizado (como 0.05). Esto proporciona manifiesta estadística bastante para descartar la hipótesis nula.

Por consiguiente, con base en este análisis, hay suficiente evidencia para afirmar que al menos algunos de los parámetros fisicoquímicos del agua en las comunidades Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche superan los Estándares de Calidad Ambiental

4.2. Discusión

En la investigación realizada por Marte Espinal, Vilorio Sosa y Pérez Mejía (s.f.), titulada "Influencias sociales que afectan los residuos sólidos por restos sólidos en el afluente Joba de Gaspar Hernández, en la provincia Espaillat", se llevó a cabo la caracterización de residuos sólidos en distintas zonas (Calle El Sol, Villa Olímpica, Sector Comercial y El Caimán). Los resultados reportaron 134 libras de materia orgánica, 116 libras de cartón, 153 libras de plástico, 118 libras de vidrio, 59 libras de metales y 339 libras de neumáticos, evidenciando que diversos factores sociales contribuyen a la generación de residuos sólidos en el afluente Joba.

De manera análoga, en nuestra investigación se caracterizaron los residuos sólidos presentes en las riberas de la Laguna del distrito de Arapa, distrito de Arapa. Los resultados muestran una acumulación de 1661.4 kilogramos de material orgánico, 556.2 kilogramos de cartón, 1940.76 kilogramos de plástico, 1026 kilogramos de vidrio y 243 kilogramos de metales. Se observa que, al igual que en el estudio de Espinal et al., el plástico constituye el residuo de mayor cuantía, lo que confirma su papel predominante en los residuos sólidos de cuerpos de agua y su persistencia en el ambiente.

Estos hallazgos refuerzan la idea de que la gestión inadecuada de residuos sólidos por parte de las comunidades locales es un factor determinante en la degradación ambiental, siendo necesario implementar estrategias de educación ambiental, infraestructura adecuada para

disposición final y programas de reciclaje que reduzcan la presión sobre ecosistemas acuáticos.

En la investigación realizada por Gualdrón (s.f.), titulada "Análisis de la condición del agua de ríos colombianos por medio de indicadores fisicoquímicos y biológicos", se evaluaron las propiedades físicas, microbiológicas y químicas de distintos ríos colombianos mediante el cálculo del Índice de Condición del Agua (IQA). Los resultados evidenciaron elevados niveles de turbidez, con un promedio de 49.9 NTU, y un valor de 189.8 mg/L de sólidos disueltos totales, lo que indica que el agua de los afluentes estudiados no presenta condiciones óptimas para el desarrollo y reproducción de organismos acuáticos.

De manera comparativa, en nuestra investigación se obtuvo un valor promedio de 77.9 NTU de turbidez, el cual se encuentra dentro de los límites establecidos por la Normativa de Condición Ambiental del Agua. Sin embargo, respecto al parámetro de sólidos totales, se halló un promedio de 5284.8 mg/L, nivel considerablemente elevado y fuera de los estándares normativos, lo que refleja condiciones no favorables para la vida acuática en la Laguna del distrito de Arapa.

Estos hallazgos permiten establecer un paralelismo entre ambos estudios: mientras que en los ríos colombianos la turbidez constituye el principal indicador de deterioro, en la Laguna del distrito de Arapa el exceso de sólidos totales representa el factor más crítico, evidenciando la necesidad de estrategias de gestión ambiental diferenciadas según el contexto.

En la investigación realizada por Juárez (s.f.), cuyo propósito fundamental fue evaluar la condición del agua del afluente Moquegua —considerado receptor de desechos debido a las dinámicas de mercado finca-cuenca—, se analizaron parámetros físico-químicos como pH, sólidos disueltos, conductividad y temperatura. Los resultados mostraron que el pH osciló entre 8.30 y 8.40, ubicándose dentro del límite máximo permitido para la categoría 3 según la Evaluación de la Condición del Agua (ECA). La temperatura registrada varió entre 19.5 °C y 21.1 °C, la conductividad eléctrica se encontró en el rango de 500 a 550 µS/cm, los sólidos disueltos totales estuvieron comprendidos entre 371 y 387 mg/L, y el oxígeno disuelto se situó entre 8.09 y 8.49 mg/L. En conjunto, estos indicadores se hallaron dentro de los límites establecidos por la normativa ECA para la clasificación 3.

En contraste, en nuestra investigación sobre la Laguna del distrito de Arapa, los parámetros físico-químicos evaluados muestran diferencias significativas: el pH varió entre 7.04 y 8.67, evidenciando una ligera alcalinidad en la ribera de la comunidad de Iscayapi; la temperatura osciló entre 13.4 °C y 14.6 °C; la conductividad eléctrica se registró en un rango más amplio, de 236 a 954 µS/cm; y los sólidos totales alcanzaron valores entre 552 y 21,936 mg/L, superando ampliamente los límites normativos. Estos resultados reflejan condiciones menos favorables para la vida acuática en la Laguna del distrito de Arapa, especialmente por la elevada concentración de sólidos totales.

CONCLUSIONES

La investigación demuestra que la Laguna del distrito de Arapa presenta residuos sólidos hídrica asociada a la disposición informal de residuos sólidos, con predominio de plásticos y residuos sanitarios, y con parámetros fisicoquímicos que exceden los límites normativos en varias comunidades. Estos hallazgos confirman la necesidad urgente de implementar infraestructura de gestión de residuos y programas de educación ambiental para mitigar el impacto en la salud pública y el ecosistema.

Identificar puntos críticos

Se identificaron cinco puntos críticos en las comunidades de Tequena, Compi, Impuchi, Trapiche e Iscayapi, donde se evidenció mayor acumulación de residuos sólidos. Esto confirma que la ausencia de infraestructura adecuada y las prácticas informales de disposición final son factores determinantes en los residuos sólidos de la laguna del distrito de Arapa.

Caracterizar residuos sólidos

La caracterización mostró que los residuos más frecuentes fueron plásticos (23.52%), principalmente PET (17.65%), seguidos de residuos orgánicos (20.13%) y sanitarios (11.78%). Los residuos menos generados fueron cuero (1.24%) y pilas/baterías (1.96%). Estos resultados evidencian que la población ribereña genera una mezcla de residuos con alto potencial contaminante, especialmente por la presencia de plásticos y residuos sanitarios.

Evaluar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

El análisis de agua reveló que en Tequena los parámetros de color, dureza, calcio y sólidos totales exceden los ECA; en Compi, color, dureza, calcio y sólidos totales también superan los límites; en Impuchi todos los parámetros cumplen excepto el color; en Iscayapi se detectó un pH ligeramente alcalino y color fuera de norma; y en Trapiche se identificaron incumplimientos en color, cloruros y sólidos totales. Esto demuestra que los residuos sólidos hídrica es heterogénea pero significativa en varios sectores.

Contrastar resultados con normativa ECA

La prueba de hipótesis mediante Wilcoxon confirmó que al menos algunos parámetros fisicoquímicos superan los Estándares de Calidad Ambiental (DS 004-2017-MINAM). El valor de p = 0.000 permitió rechazar la hipótesis nula, evidenciando que los residuos sólidos hídrica en la Laguna del distrito de Arapa es estadísticamente significativa y atribuible a la disposición inadecuada de residuos sólidos.

RECOMENDACIONES

Entre las limitaciones de la presente investigación se encuentra la ausencia de mediciones microbiológicas (coliformes totales, coliformes termotolerantes, Escherichia coli y huevos de helmintos). Dichos parámetros resultan fundamentales para evaluar de manera integral la calidad del agua y proponer tratamientos adecuados que permitan reducir la presencia de residuos sólidos y mejorar las condiciones del recurso hídrico de la laguna del distrito de Arapa, con fines de riego y abastecimiento de animales.

En este sentido, se recomienda que futuros tesistas incorporen la evaluación de dichos parámetros microbiológicos, complementando los análisis físico-químicos realizados en este estudio. Asimismo, se sugiere implementar campañas de sensibilización dirigidas a los pobladores de las comunidades circundantes (Tequena, Compi, Impuchi, Iscayapi y Trapiche), orientadas a la determinación, clasificación y reaprovechamiento de los residuos sólidos. Estas acciones contribuirían a reducir la presión ambiental sobre la laguna y a fomentar prácticas sostenibles de gestión de desechos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, R. E. (25 de setiembre de 2023). *Bases teóricas de la conciencia ambiental como estrategia para el desarrollo sostenible*. Obtenido de https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i21.242

Ambiente, M. d. (12 de Junio de 2019). *VICEMINISTERIO DE GESTIÓN AMBIENTAL*. Obtenido de MINAM: https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279521-guia-para-elaborar-la-caracterizacion-de-residuos-solidos

ANA. (2010). ANA, LIMA.

Chambi, A. A. (27 de setiembre de 2024). *revistas unap*. Obtenido de https://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/6302

ECODES. (2005). *Enfermedades relacionadas con los residuos sólidos del agua.*

Francisco, S. (14 de Octubre de 2025). *WaterPowerSewer*. Obtenido de https://www.sfpuc.gov/es/accounts-services/water-quality/understanding-your-tap-water/microplastics-and-drinking-water

Gualdrón Durán, J. (2016). Examen de la situación del agua en afluentes de Colombia a través de parámetros biológicos y fisicoquímicos. *Ingeniería en Producción Industrial*, 45–58.

Huanacuni Flores, M. B. (2025). *Evaluación del efecto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Ilave.* Ilave: ALCIRA.

innoservis. (07 de Diciembre de 2023). *ingenieria del agua*. Obtenido de https://innoservis.es/que-son-los-lixiviados-y-como-se-tratan-en-el-agua/

Marte Espinal, R. V. (2019). Gestión socioambiental. *Caribeña de Ciencias Sociales*, XX.

Medina, J. (2021). Gestión de residuos sólidos urbanos y su impacto en los residuos sólidos de aguas superficiales. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 45–58.

MINAM . (2017). *Estandares de Calidad Ambiental.* Peru.

MINAM. (2009). *Tratamiento y reuso de aguas residuales.* MINAM, Lima. Obtenido de https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-municipios-ecoeficientes

MINAM. (2010). *Limites Maximos Permisibles.* lima.

MINAM. (2010). *MINISTERIO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE.*

MINAM. (2012). *Estándares Nacionales de calidad ambiental para agua subterránea. Dirección General de Calidad Ambiental. Vice ministerio de Gestión Ambiental. Ministerio del Ambiente.*

MINAM. (2016). *Residuos y areas verdes.* MINISTERIO DEL AMBIENTE, LIMA.

MINAM. (2018). *Guia metodologica para el desarrollo del estudio de Caracterizacion.* MINISTERIO DEL AMBIENTE, LIMA.

MINAM. (2019). NORMA TECNICA PERUANA . *NTP 900.058.2019.* MINISTERIO DEL AMBIENTE, LIMA, LIMA.

MINSA. (2015). *Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por cadmio.* MINSA. Obtenido de http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3244.pdf

Republica, P. C. (11 de Diciembre de 2025). *Ley en Acción*. Obtenido de https://comunicaciones.congreso.gob.pe/tv-congreso/ley-en-accion-nuevo-delito-por-arrojar-residuos-solidos-en-rios-y-quebradas/

ANEXOS

ANEXO N 01: Panel fotográfico



Fotografía 1. Ribera del Laguna del distrito de Arapa comunidad de Compi



Fotografía 2. Residuo tipo plástico encontrado a orillas del Laguna zona Tequena



Fotografía 3. Ribera del Laguna del distrito de Arapa comunidad de Iscayapi



Fotografía 4. Ribera del Laguna del distrito de Arapa comunidad de Trapiche



Fotografía 5. Ribera del Laguna del distrito de Arapa comunidad de Impuchi



Fotografía 6. Plástico degradado ribera del Laguna del distrito de Arapa comunidad de Impuchi

Categoría	Peso (kg)	% del total
Orgánicos	_____	_____
Plásticos	_____	_____
Papel/cartón	_____	_____
Vidrio	_____	_____
Metales	_____	_____
Otros	_____	_____

Fotografía 7. FORMATO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

- **Lugar de muestreo:** _____
- **Fecha:** _____
- **Hora:** _____
- **Responsable:** _____

Fotografía 8. FORMATO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

- Peso total (kg): _____
- Volumen total (m^3): _____

Fotografía 9. FORMATO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

Radio del Cilindro:	0.27 Metros
Altura del Cilindro	0.70 Metros
Valor de π	3.142

Tipo de residuo	Ejemplos	Altura del Cilindro Vacio (m)	CALCULO DEL VOLUMEN CILINDRO VACIO (m3)	CALCULO DEL VOLUMEN TOTAL (m3)	Volumen (m³)	Peso (Kg)	%
		h	$V1=\pi \cdot r2 \cdot h$	$V2=\pi \cdot r2 \cdot h$	$V1-V2$		
Orgánicos	Restos de vegetales, frutas, excreciones animale	0.220	0.050	0.160	0.110	19.800	20.130
Papel	Libros, revistas, periódicos, cuadernos	0.582	0.133	0.160	0.027	4.862	4.950
Cartón	Cajas gruesas y delgadas	0.539	0.124	0.160	0.037	6.619	6.740
Plástico PET	Botellas, envases de cosméticos	0.280	0.064	0.160	0.096	17.329	17.650
Plástico HDPE	Envases de shampoo, yogurt	0.653	0.150	0.160	0.011	1.928	1.960
Plástico PVC	Recipientes de óleo, suelas de calzado	0.677	0.155	0.160	0.005	0.964	0.980
Plástico LDPE	Bolsas, envases de jarabes	0.687	0.157	0.160	0.003	0.529	0.540
Plástico PP	Envoltorios de alimentos, tapas	0.679	0.155	0.160	0.005	0.878	0.890
Plástico PS	Vasos desechables, juguetes	0.675	0.155	0.160	0.006	1.007	1.020
Plástico ABS	Carcasas electrónicas, láminas	0.688	0.158	0.160	0.003	0.461	0.470
Fill	Envolturas de snacks y golosinas	0.559	0.128	0.160	0.032	5.805	5.910
Vidrio	Botellas, envases translúcidos	0.404	0.092	0.160	0.068	12.209	12.430
Textil	Ropa, trozos de tela	0.571	0.131	0.160	0.030	5.334	5.430
Cuero	Zapatos, carteras	0.670	0.154	0.160	0.007	1.221	1.240
Tetra Pack	Envases de jugos y lácteos	0.630	0.144	0.160	0.016	2.892	2.950

Fotografía 10. *Formato digital Ficha de Campo para la Caracterización de Residuos Sólidos*



Fotografía 11. *Pesaje de los Residuos Sólidos*

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X] Fecha de entrega: 27/07/26.

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHONATAN JESUS CHINO CANAZA
Dirección: COM. CENTRAL CCALLA SECTOR VILA MOCCO - ARAPA - AZANGARO
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70235608
Teléfono: 989751290 email: jhonatanjchino@gmail.com

Nombres y Apellidos:
Dirección:
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:
Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Asesor: Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS RIBERAS DE LA LAGUNA DEL DISTRITO DE ARAPA 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): Residuos sólidos, Recurso Hídrico, Contaminación, ECAS, caracterización, parámetros físicos químicos.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1, 2]?

2

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

2. **Referencia de tesis:**

[ ] Bachiller [X] Titulo [ ] 2da Especialidad [ ] Maestría [ ] Doctorado

3. **Licencias:**

a) **Licencia estándar:**

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

[X] Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.

[ ] Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____

[ ] No autorizo.

b) **Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:**

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comérciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

[ ] Sí autorizo

[X] No autorizo

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

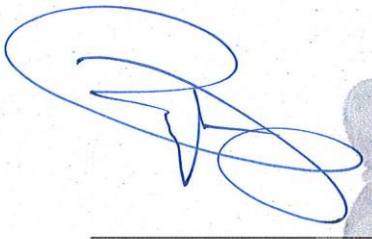
La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral**. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22





27 de Julio 2026

Firma de Autor | huella digital | Fecha

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES JULIACA

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/