

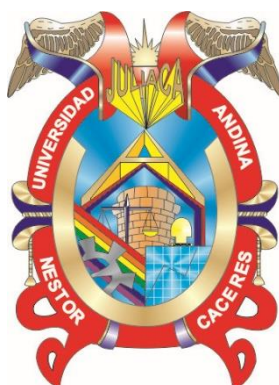


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A
CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS
CLANDESTINAS DE AGUAS
SERVIDAS PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A
CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS
CLANDESTINAS DE AGUAS
SERVIDAS PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1564-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 16193 presentado por el (la) Bachiller: **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO** 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. **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUÑO 2024**, 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUÑO 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 29 de noviembre del 2024
- * **HORA** : 11:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraín Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 968-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 10208 por el señor (a): **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 907 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 054 - 2024 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): **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024**, 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 **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** 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° 054 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024**, 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): **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024** 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. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Barillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 322-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5637, presentado el señor (a) **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 355 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 44-2024 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): **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024**, 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 **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** 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° 44-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024**.

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 merito 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): **FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024** 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. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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 NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Parijto Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

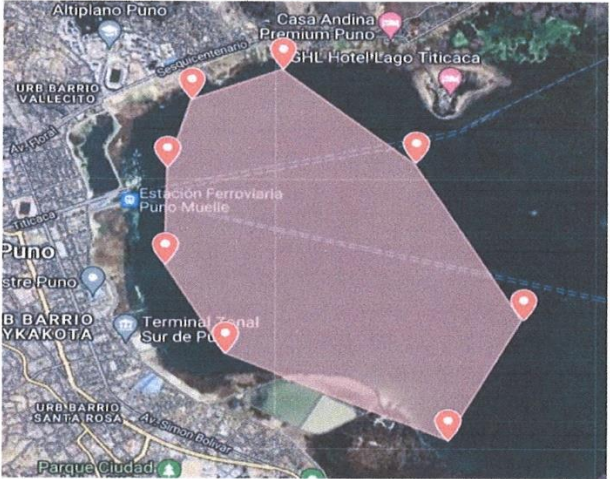
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



Título de la Tesis	
RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73355079
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-2785-7956
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS 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	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Coordenadas: Latitud: 15°04'00"S Longitud: 70°07'00"O URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1FN Rb9SzYLgdZsL0wb-nYPqZFJOObloI&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO NESTOR CERDAS VELASQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DIRECTOR

Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO, identificado con DNI Nro. 73355079, 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:

"RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024"

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copla 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 tuyas 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 02 de DICIEMBRE del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A Dios, por su guía y sabiduría en este viaje académico.

A mi virtuosa madre Brígida Mollo Quispe por su sacrificio y trabajo en todos estos años y por darme el amor y el apoyo en cada momento de mi vida para lograr mis metas.

Gracias por ser mi guía, mi amiga y mi fuente de fortaleza, este logro también es tuyo.



AGRADECIMIENTO

Ante todo, quiero expresar mi gratitud a Dios por todas sus bendiciones y a mi familia por su ayuda durante mi formación profesional.

Quiero agradecer sinceramente a la EPISA y Ambiental y a nuestra alma mater, la UANCV, por educarme.

A los profesores por su asistencia e instrucción, y a mi asesor por ayudarme a construir mi tesis.

Un sincero agradecimiento a mis amigos y a todos los que ayudaron a que mi proyecto de estudio fuera un éxito. Es el resultado de vuestra amable ayuda, y aprecio de verdad cómo me habéis ayudado a avanzar tanto académica como profesionalmente.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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 indagacion	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4.Justificación de la indagacion	3
1.4.1. Justificación ambiental.....	3
1.4.2. Justificación técnica	3
1.5. Hipótesis de la indagacion	4
1.5.1. Hipótesis general	4
1.5.2. Hipótesis específicas	4
1.6. Variables	4



1.6.1. Variable independiente (VI)	4
1.6.2. Variable dependiente (VD)	4
1.7. Operacionalización de variables	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la indagacion	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	10
2.1.3. Antecedentes regionales	14
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Lago Titicaca.....	18
2.2.2. Bahía del Lago Titicaca	20
2.2.3. Riesgo ambiental	21
2.2.4. Tipos de riesgos bioticos	22
2.2.5. Aspectos para identificar los riesgos bioticos.....	22
2.2.6. Evaluación del riesgo ambiental.	24
2.2.7. Principales contaminantes del agua.....	24
2.2.8. Fuentes de la contaminación del agua.....	25
2.2.9. Aguas servidas o servidas.....	27
2.2.10. Clasificación de las aguas servidas.....	29
2.2.11. Características de las aguas servidas.....	30
2.3. Marco conceptual.....	37
2.3.1. Lago Titicaca.....	37
2.3.3. Aguas servidas	38
2.3.4. Parámetros físicos	38



2.3.5. Parámetros bacteriológicos.....	38
2.3.6. Parámetros químicos.....	38
2.3.7. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)	39

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de indagación	40
3.2. Diseño de indagación.....	40
3.3. Técnicas e instrumentos de la indagación.....	40
3.4. Población y muestra.....	44
3.5. Procedimiento Metodológico.....	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	56
4.2. Discusiones	79
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.....	92



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente indagacion.	5
Tabla 2 Puntos de control de la bahia del lago Titicaca.	43
Tabla 3 Causas y efectos de los peligros bioticos.	45
Tabla 4 Elementos de riesgo y parámetros de evaluación.	45
Tabla 5 Formulación de escenarios.	47
Tabla 6 Rangos de probabilidad.	49
Tabla 7 Estimación de la gravedad de la consecuencia.	49
Tabla 8 Valoración de las consecuencias del descriptor cantidad.	51
Tabla 9 Valoración y rangos de las consecuencias.	51
Tabla 10 Entorno Poblacional.	52
Tabla 11 Entorno Ecológico.	52
Tabla 12 Entorno Socioeconómico.	53
Tabla 13 Valoración de los escenarios identificados.	53
Tabla 14 Escala de estimación del riesgo.	54
Tabla 15 Identificación de los puntos de vertimiento de aguas servidas al Lago Titicaca.	56
Tabla 16 Identificación de peligros en el lago Titicaca.	58
Tabla 17 Formulación de escenarios de riesgo en el lago Titicaca.	59
Tabla 18 Monitoreo de control de parámetros fisicoquímicos en el masa receptorade Lago Titicaca.	60
Tabla 19 Definición de fuentes de peligro en control de parametros que exceden los ECA agua Categoría 4-E1.	68
Tabla 20 Porcentaje de excedencia de los parametros fisicoquimicos del lago Titicaca en función a los ECA agua C4- E1.	69



Tabla 21 Valoración de la consecuencia de los Solidos Suspendidos Totales del lago Titicaca, para el Entorno Poblacional.....	72
Tabla 22 Valoración de la consecuencia de aceites y grasas del lago Titicaca, para el Entorno Poblacional.	73
Tabla 23 Valoración de la consecuencia de la DBO5 del lago Titicaca, para el Entorno Poblacional.	73
Tabla 24 Gravedad de consecuencias de los parametros fisico-quimico para el Entorno Poblacional.	74
Tabla 25 Estimación del riesgo ambiental en el entorno poblacional.....	74
Tabla 26 Valoración de la consecuencia de los Solidos Suspendidos Totales del lago Titicaca, para el Entorno Natural.....	75
Tabla 27 Valoración de la consecuencia de aceites y grasas del lago Titicaca, para el Entorno Natural.	76
Tabla 28 Valoración de la consecuencia de la DBO5 del lago Titicaca, para el Entorno Natural.	77
Tabla 29 Gravedad de consecuencias de los parametros fisico-quimico para el Entorno natural.....	77



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Foto satelital del Lago Titicaca.	18
Figura 2 Mapa de sectorización de unidades espaciales del Lago Titicaca.	19
Figura 3 Ámbito geográfico.	20
Figura 4 Bahía del Lago Titicaca.	21
Figura 5 Tipos de riesgos bióticos.	22
Figura 6 Contaminantes del agua.	25
Figura 7 Aguas servidas.	28
Figura 8 Ubicación de los puntos de control de la bahía del lago Titicaca.	43
Figura 9 Aspectos técnicos para la recopilación de información.	46
Figura 10 Esquema de la evaluación de riesgos bióticos.	46
Figura 11 Estimación del riesgo ambiental.	54
Figura 12 Contenido de la temperatura en los 06 puntos de control en el Lago Titicaca, Puno.	61
Figura 13 Contenido del Potencial de Hidrogeno en los 06 puntos de control en el Lago Titicaca, Puno.	62
Figura 14 Contenido de los Sólidos Suspendidos Totales en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.	63
Figura 15 Contenido de aceites y grasas en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.	64
Figura 16 Contenido de nitratos en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.	65
Figura 17 Contenido de la DBO5 en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.	66



RESUMEN

El estudio se efectuó con el fin determinar los riesgos bióticos del lago Titicaca a consecuencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno 2024. El método es cuantitativo, descriptivo, no experimental. Se recopiló información afín a la calidad del masa receptora del Lago Titicaca en relación del vertimiento de aguas servidas, evaluándose 06 puntos de control para verificar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno. Obteniendo los siguientes resultados: Basado en la identificación de la principal fuente riesgo ambiental fue a causa del vertimiento de aguas servidas en la bahía del Lago Titicaca. Respecto al nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía en función a los parámetros físicos químicos fue del 71.1%, este valor porcentual se sitúa en "RIESGO SIGNIFICATIVO". En cambio, respecto al nivel de riesgo ambiental e base a los coliformes termotolerantes fue del 100.00%, este valor se sitúa en "RIESGO SIGNIFICATIVO" en relación a los ECA agua, categoría 4, subcategoría E1 (lagunas y lagos). Finalmente, con en relación con los riesgos bióticos del lago Titicaca a consecuencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía, se concluye caracterizándose en 03 entornos: Entorno poblacional 86.65%, entorno natural o ecológico 86.65% y entorno socioeconómico 83.35%, obteniendo un riesgo ambiental del 86.55% considerándose "significativo".

Palabras Claves: Riesgo ambiental, vertidos, aguas servidas y ECA.



ABSTRACT

El estudio se efectuó con el fin determinar los riesgos bióticos del lago Titicaca a consecuencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno 2024. El metodo es cuantitativo, descriptivo, no experimental. Se recopilo información afín a la calidad del masa receptora del Lago Titicaca en relación del vertimiento de aguas servidas, evaluándose 06 puntos de control para verificar los parámetros fisicoquímicos y bacterologicos de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno. Obteniendo los siguientes resultados: Basado en la identificación de la principal fuente riesgo ambiental fue a causa del vertimiento de aguas servidas en la bahía del Lago Titicaca. Respecto al nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía en función a los parámetros físicos químicos fue del 71.1%, este valor porcentual se sitúa en "RIESGO SIGNIFICATIVO". En cambio, respecto al nivel de riesgo ambiental e base a los coliformes termotolerantes fue del 100.00%, este valor se sitúa en "RIESGO SIGNIFICATIVO" en relación a los ECA agua, categoría 4, subcategoría E1 (lagunas y lagos). Finalmente, con en relación con los riesgos bióticos del lago Titicaca a consecuencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía, se concluye caracterizándose en 03 entornos: Entorno poblacional 86.65%, entorno natural o ecológico 86.65% y entorno socioeconómico 83.35%, obteniendo un riesgo ambiental del 86.55% considerándose "significativo".

Keywords: Environmental risk, discharges, wastewater and ECA.



INTRODUCCIÓN

El lago Titicaca, ubicado en la región de Puno, es uno de los cuerpos hídricos más significativos y emblemáticos de la región andina. Sin embargo, la belleza y el valor ecológico de este lago se ven amenazados por los vertidos clandestinos de aguas servidas que se vierten en sus aguas. Estos vertidos representan un grave riesgo ambiental para el ecosistema del lago, así como para la salubridad de las comunidades que necesitan de él para su sustento.

Además del continuo vertido de aguas servidas municipales sin depurar procedentes de la laguna de oxidación, el problema de la bahía del lago Titicaca persiste desde hace más de 40 años. En el curso de la vida diaria, también es evidente que el drenaje de las aguas de lluvia de las microcuencas arrastra desechos sólidos y sedimentos, especialmente durante la estación de lluvias.

En el contexto de la contaminación hídrica, el vertido continuo de aguas servidas municipales es un problema importante y frecuentemente debatido. Con el tiempo, esto altera la calidad normal hídrica y las biotas acuáticas, como lo demuestra el crecimiento de la lenteja hídrica (*Lemna Sp.*), una especie que causó otros impactos bióticos que, en última instancia, afectaron la vida acuática (flora y fauna). En 2008, el volumen de lenteja hídrica se estimó en más de 75 mil toneladas. Aunque este problema ha traspasado las fronteras nacionales, internacionales y locales, todavía no se ha encontrado ninguna solución.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

La problemática identificada en la indagación sobre los riesgos bióticos en el lago a incidencias de las vertidos clandestinas de aguas servidas en Puno es de suma importancia debido a las graves implicaciones que tiene sobre el ecosistema de la región. El lago Titicaca es una masa hídrica de gran importancia tanto para la biota de la región como para las comunidades que habitan en sus alrededores.

Las vertidos clandestinas de aguas servidas en Puno representan una amenaza directa para la calidad hídrica en el lago, pues contaminan sus aguas con sustancias químicas nocivas para la salubridad humana y el medio biótico. Estas aguas servidas contienen altos niveles de nutrientes, metales pesados y compuestos orgánicos, que pueden provocar la proliferación de algas nocivas, la muerte de animales acuáticos y la degradación de los ecosistemas acuáticos.

También, la contaminación del lago Titicaca puede tener graves consecuencias para las comunidades que dependen de sus elementos naturales para su subsistencia, como la pesca y la agricultura. La falta de accesibilidad a agua potable y alimentos sanos debido a la contaminación del lago puede poner en riesgo la seguridad alimenticia y la salubridad de la población local.

Ante ello es trascendental investigar de manera detallada las fuentes y causas de las vertidos clandestinas de aguas servidas en Puno, así como sus impactos en el lago Titicaca y en las comunidades aledañas. Solo a través de una indagación rigurosa y de acciones concretas de prevención y mitigación de la contaminación se podrá garantizar la conservación de este importante ecosistema y el bienestar poblacional que dependen de él.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuáles serán los riesgos biológicos del lago Titicaca a incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- 1) ¿Qué fuentes de emisión clandestina están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno?
- 2) ¿Qué nivel de riesgo exhiben las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicoquímicos?
- 3) ¿Qué nivel de riesgo exhiben las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros bacteriológicos?

1.3. Objetivos de la indagación

1.3.1. Objetivo general

Determinar los riesgos biológicos del lago a incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Identificar las fuentes de emisión clandestina que están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno.



- b) Estimar el nivel de riesgo que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos.
- c) Determinar el nivel de riesgo que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros bacteriológicos.

1.4. Justificación de la indagación

1.4.1. Justificación ambiental

El contexto de este estudio sobre la evaluación de los riesgos bióticos para el lago Titicaca debido a las vertidos encubiertas de aguas servidas en la bahía es que la bahía ha estado experimentando una fluctuación significativa en la calidad hídrica durante muchos años, principalmente como resultante del crecimiento de la población y las vertidos directas de aguas servidas en la bahía de Puno. Este problema se ha ido agravando por la falta de control de los vertidos y del depuración de los mismos, lo que afecta a la calidad hídrica y, lo que es más significativo, provoca efectos bióticos y diversos problemas para la vida acuática, incluida la mortalidad de seres vivos. Dada esta cuestión, se hace necesario demostrar que tales efectos bióticos

1.4.2. Justificación técnica

Radica en la urgente necesidad de evaluar la incidencia ambiental generado por las vertidos no controladas de aguas servidas en este ecosistema. Estas prácticas ilegales contribuyen significativamente a la contaminación del lago, afectando su biodiversidad, calidad hídrica y la salubridad pública en las comunidades aledañas. El estudio permitirá identificar los principales puntos de vertido, cuantificar la magnitud del daño y proponer soluciones sostenibles para mitigar los riesgos bióticos, apoyando así a la conservación del lago Titicaca, un recurso vital para la región.



1.5. Hipótesis de la indagacion

1.5.1. Hipótesis general

Los riesgos bioticos del lago Titicaca a incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno son significativos.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) Las fuentes de emisión clandestina están vertiendo aguas servidas en la bahía Puno son significativas.
- b) El nivel de riesgo que exhibem las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos es significativa.
- c) El nivel de riesgo que exhiben las aguas de la bahía del lago Titicaca en función a los parámetros bacterologicoss es significativa.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente (VI)

- Vertidos de aguas servidas clandestinas en la bahía del Lago Titicaca de Puno.

1.6.2. Variable dependiente (VD)

- Riesgos bioticos en la bahía del lago Titicaca.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente indagación.

Variables	Dimensión de análisis	Indicador	Índice
Variable Dependiente			
Riesgos bióticos en la bahía interior del lago Titicaca.	-Económica	Entorno socioeconómico.	%
	-Social	Entorno humano.	%
	-Ambiental	Entorno ecológico.	%
Variable Independiente			
Descargas de aguas servidas clandestinas en la bahía interior del Lago Titicaca de Puno.	Parámetros fisicoquímicos	Temperatura	°C
		Potencial de hidrogeno(pH)	Unidad de pH
		Sólidos suspendidos totales	mg/l
		Aceites y grasas	mg/l
	Parámetros microbiológicos	DBO5	mg/l
		DQO	mg/l
		Coliformes Totales y Termotolerantes	NMP/100ml



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la indagacion

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Cantos Zambrano & Delgado Mera, 2023) Su objetivo era evaluar la actividad humana y cómo afectaba a la calidad hidrica del río Portoviejo. Eligió tres lugares de control en Portoviejo, recogiendo tres muestras en cada lugar para un total de nueve muestras. Después llevó las muestras al laboratorio para compararlas y analizar los límites permitidos. Como parte de su técnica, utilizó un diseño de indagacion experimental. Según sus conclusiones, la temperatura, la turbidez y el oxígeno disuelto están dentro de los límites aceptables. Los niveles de pH y fósforo total también se exhiben dentro de límites aceptables, el nitrato no. 3 estaba dentro de límites aceptables y el Dbo5 estaba dentro de las exigencias aceptables. Coliformes fecales: Dentro de los límites permitidos. Los resultados muestran que los sectores turístico, industrial, automotriz, ganadero y agrícola son las principales industrias que tienen el viable de conmovier la calidad Hidricadel río Portoviejo. Del mismo modo, como las lecturas, excepto para el oxígeno disuelto, se mantienen por debajo de los límites permitidos, la actividad humana alrededor de la cuenca tiene un escaso impacto en la calidad hidrica. En cuanto a la calidad hidrica de la cuenca baja del río Portoviejo



El estudio presentado por (Narváez Chiliquinga & Tipán Rodríguez, 2022). En su técnica utilizó un enfoque de indagación cualitativo, inductivo y no experimental. Se refirió a P1 Cochapamba, P2 Canchaagua y P3 Chaantilin como tres lugares críticos. La detección de microplásticos se efectuó por microfiltración en 2 filtros, y su clase de morfología se analizó por observación. aplicando el índice canadiense de calidad Hidrica (CCME_QWI) con diez parámetros, que son: Nitratos, Arsénico, (DBO), Turbidez, (DQO), OD, Conductividad Eléctrica (CE), Nitratos como NO₃, Sólidos Totales Disueltos (TDS) y pH. Según los datos, la calidad hídrica de P1 tiene un índice de 82, que se considera satisfactorio. La DBO (>5 mg/L) y el OD (>4 mg/L) fueron las métricas que se hallaron por encima de los límites exigibles (LMP). P2 tiene un índice de calidad Hidrica aceptable de 86; las métricas que superan los LMP son el oxígeno disuelto (>4 mg/L) y la DBO (>5 mg/L). Los indicadores que superan los LMP son DBO (>5 mg/L), OD (>5 mg/L), CE (>740 us/cm), TDS (>500 mg/L) y Arsénico (>0,1 mg/L). La puntuación de 67 de P3 indica una calidad aceptable del agua. En el primer control de microplásticos en P1 y P2 se detectaron microplásticos con morfología de tipo fibra, que representaban el 100% del análisis total; en P3 se descubrieron microplásticos con morfología tanto de clase fibra como de clase fragmento, que representaban el 89% de la fibra y el 11% de los fragmentos de microplástico. En P1 se detectaron microplásticos con morfología de tipo fibra y de tipo fragmento en el segundo control, describiéndose que el 93% de los microplásticos eran fibras y el 7% fragmentos. Del mismo modo, P2 descubrió microplásticos c₂, identificando que el 89% eran fibras de microplásticos y el 12% eran cascajos de microplásticos. Acabando, P3 de los microplásticos estar a la mira corresponden a f El río Pumacunchi está



compuesto en su mayor parte por microplásticos parecidos a fibras. En la biótica acuática, las fibras suelen ser la primordial forma de contaminación por microplásticos. Con el fin de promover posibles biorremediadores que ayuden a someter la contaminación, los resultados deben comunicarse por último a las comunidades del cantón de Saquisilí y a las autoridades responsables. De este modo se garantizará que sean conscientes del estado actual de calidad hídrica y, lo que es más significativo, de la aspecto de microplásticos en el río.

En su artículo presentado por (Rodas Pernillo & Vasquez Moscoso, 2020) ha llevado a cabo una indagación sobre el número y la composición del fitoplancton del Lago de Amatitlán, así como sobre el impacto de la calidad hídrica en la biodiversidad del lago. Para ello, recogieron muestras hídricas en 4 puntos distintos del lago. Para evaluar la calidad hídrica y el fitoplancton, se tomaron muestras mensuales de parámetros fisicoquímicos a lo largo de 2017 en cuatro lugares diferentes: Centro Este (CE), Centro Oeste (OC), (BPO) y (RM). Las estaciones de control se encontraban a profundidades de 0, 5, 10 y 20 metros. Según los datos, la temperatura osciló entre 22,2 °C y 25,9 °C, y el pH medio anual osciló entre 7,7 y 8,9 en los distintos lugares de control. Los mayores promedios anuales de conductividad se encontraron a 0 m en RM (751,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y OC (847,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Los mayores valores se encontraron en EC (720,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y OC (758,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) a profundidades de 5, 10 y 20 m. A 0 m, EC tuvo la máxima el máximo contenido de oxígeno disuelto (19,4 mg/L). Sin embargo, anteriormente se habían observado niveles de 0 mg/L en este mismo lugar a 10 y 20 m. Se observó una mayor turbidez en OC a 10 y 20 m (24,0 NTU) y en BPO a 0 m (450,0 NTU). Los mayores niveles de (TN) y (TP), 250,0 mg/L y 19,1 mg/L, respectivamente, se registraron en RM. Sólo se utilizó la superficie para controlar



la PTWI y los coliformes fecales; la PTWI alcanzó su máximo en RM (87,5) y descendió en OC (64,7). Los recuentos de coliformes fecales fueron más bajos en EC (1,8 NMP/100 mL) y más altos en OC (25.000 NMP/100 mL). También se contaron e identificaron microalgas y cianobacterias. El lago se clasificó como eutrófico e hipertrófico según el índice de estado trófico (IETP) ($IETP = 64,70 - 77,17$). Se conocen 35 géneros de fitoplancton, que se distribuyen en 31 familias, 18 órdenes y 11 clases. El contenido de microalgas altas concentraciones de coliformes fecales (hasta 25,000 NMP/100 ml) y florecimientos algales de *Microcystis* (38.41%) fueron indicadores biológicos que demostraron la mala calidad hídrica en el Lago de Amatitlán. A razón de la mayor incidencia de la radiación solar, la baja rotación hídrica y la acumulación de material orgánico, se descubrió una mayor variedad de microalgas durante la estación seca. Sin embargo, ésta fluctúa en réplica a las variaciones en los niveles de fósforo total (PT) y nitrógeno (NT), que promueven el crecimiento de cianobacterias nocivas. Dado que el lago era hipereutrófico, su biodiversidad era escasa.

El informe presentado por el autor (Salazar Holguin, 2020) Analizar la calidad hídrica del afluente del río Pedro Carbo, en la provincia del Guayas, para uso agrícola fue el objetivo de la indagación. El laboratorio realizó los estudios correspondientes utilizando diversas técnicas de análisis físico, químico y biológico del agua. Las variables se midieron utilizando estadística paramétrica, descriptiva e inferencial. Se utilizó la estratificación de la muestra. El pH medio fue de 7,90, el oxígeno disuelto medio fue de 8,85 (mg/L), por superior del parámetro límite permitido de 6 (mg/L), y la CE media fue de 81,33 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), por encima del parámetro límite permitido de 0,0007 ($\mu\text{S}/\text{cm}$). El contenido de OD fue de 8,85 mg/L, superior al límite permitido de 6 mg/L. El contenido medio de



nitrógeno total era de 70,73 mg/L, por superior del límite máximo exigible de 40 mg/L; el contenido medio de demanda bioquímica de oxígeno era de 20,33 mg/L, por superior del parámetro límite reconocido de 2 mg/L; el contenido medio de sólidos suspendidos totales del río Jerusalén era de 270,67 mg/L, por inferior del parámetro límite permitido de 3000 mg/L; y el contenido medio de coliformes totales era de 963,00 (UFC/100 ml), por debajo del parámetro límite permitido de 2 mg/L. En relación con las normas de calidad hidrica utilizada en el riego o la agricultura. El índice de calidad Hidrica es un conjunto condensado de parámetros que tiene en cuenta los indicadores de disminución de la calidad hidrica, como la CE que supera el límite permitido de 0,0007 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), el oxígeno disuelto que supera el límite permitido de 6 mg/L, el nitrógeno total que supera el límite máximo permitido de 40 mg/L y la DBO que supera el límite permitido de 2 mg/L.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Sáez Huamán, 2023) cuyo objetivo fue «analizar el efecto de las aguas servidas del Matadero Municipal sobre la calidad hidrica». En su metodología, aplicó el diseño de indagación no experimental, método descriptivo-evolutivo-longitudinal. En este sentido, se recogieron un total de 37 muestras hidrica en 6 puntos de monitoreo, en épocas de estiaje y crecida, y se estimaron 6 parámetros lo resultante exhibió que el pH varió de $7,44 \pm 0,258$ unidades en la estación de estiaje, mientras que en la estación de crecida varió $7,25 \pm 0,305$ unidades, mientras que para el OD varió de $7,23 \pm 0,038$ mg/L en la estación de estiaje y $7,21 \pm 0,053$ mg/L en la estación de crecida, la CE varió de $1033 \pm 1,356$ uS/cm en la estación de estiaje y $132,25 \pm 0,286$ uS/cm en la estación de crecidas, los aceites y grasas variaron de $0,085 \pm 0,005$ mg/L en la estación



húmeda y $0,43 \pm 0,041$ mg/L en la estación de crecidas, la BQO varió de $17,08 \pm 0,258$ mg/L en la estación húmeda y $13,3 \pm 0,423$ mg/L en la estación de crecidas y para la DBO varió de $11,43 \pm 1,568$ mg/L a $7,6 \pm 0,758$ mg/L en la estación húmeda y de crecidas respectivamente. La comparación de lo resultante con los límites exigidos ECA-Agua, cat. 3, indico que cumplen con la normativad peruana para lel analisis, tanto en época de estiaje como de crecida. Asimismo, las aguas mostraron bajas mudas ($< 20\%$) con base a 6 parámetros analizados.

En su trabajo de indagacion de (Cajaleón Chuquiyaauri, 2021), la finalidad del estudio fue analizar la calidad hidrica de la laguna y establecer si era apta o no para el consumo poblacional.. En octubre de 2019 se recolectaron diez muestras -cinco bacterologicas y cinco fisicoquímicas- para evaluar los parámetros bacterologicoss y fisicoquímicos de la laguna Mancapozo. Estas muestras fueron trasladadas a la DIRESA Huánuco para su análisis, y lo resultante en base al D.S. N° 004-2017-MINAM-ECA (Norma de Calidad de Agua). El análisis reveló que los parámetros fisicoquímicos se exhiben dentro del rango especificado en el D.S. Para probar el oposición de hipótesis se utilizó el método de prueba estadística, análisis de varianza (ANOOVA). Los resultados mostraron que los parámetros bacterologicoss y fisicoquímicos de la laguna Mancapozo cumplen con la Norma Ambiental de Calidad hidricapara consumo poblacional, obteniéndose un nivel de significación de 0,03, que es menor a 0,05. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula.

El informe presentado por (Costa Rodriguez, 2021) era evaluar la calidad Hidrica de 6 efluentes colindantes a las orillas del río Chillón en términos de parámetros fisicoquímicos y bacterologicoss. Para ello, examinó un total de 13



muestras cada mes para los análisis fisicoquímicos, utilizó la técnica de números más posibles para determinar el contenido de coliformes termotolerantes y coliformes totales; la prueba de suspicacia por difusión en agar para determinar la presencia de *E. coli* y su resistencia a los antibióticos; y el método de presencia/ausencia para determinar la presencia de *Clostridium spp.* Lo resultante se compararon con las normas peruanas de calidad ambiental hídrica. La abundancia de huaycos y las precipitaciones en la sierra hicieron que la turbidez fuera mayor en febrero que en los meses anteriores, con una media de 669,7 NTU. Sin embargo, cuando las precipitaciones disminuyeron a partir de marzo, la turbidez también se redujo. En cuanto a las estaciones a lo largo de los seis meses, la estación 4 presentó la mayor turbidez, con una media de 648,3 NTU, además que la estación 6 presentó la menor turbidez, con una media de 110,4 NTU. Con una media de pH de 8,12 a lo largo de los seis meses del estudio, se conservó dentro del intervalo aceptable de 6,5 a 8,5 del ECA. En febrero se registró el pH más alto, de 8,4, y la estación 4 tuvo un pH de 8,5, lo que indica que es comparativamente alcalina sin restringir el desarrollo microbiano. A lo largo de los seis meses de seguimiento, la conductividad estuvo dentro de los límites permitidos por el ECA; el valor más elevado, 1037 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se registró en febrero. En cuanto a las estaciones, la estación 5 tuvo un valor medio de 1050 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a lo largo de los 6 meses de control. En general, todas las estaciones mostraron valores dentro de la normatividad. En marzo se registró el mayor contenido de nitratos, con una media de 43,25 mg/L, mientras que en los demás meses las concentraciones oscilaron entre 11,8 mg/L y 33,4 mg/L. La dureza total calcetín de las seis estaciones en el transcurso de los seis meses fue de 386,77 mg CaCO_3/L ; la contenido media en febrero fue de 428,22 mg



CaCO₃/L, y la contenido media en la estación 5 fue de 461,85 mg CaCO₃/L. Estos valores sugieren que el agua contenía más sales y carbonos que en marzo. La contenido media de cloruros en las seis estaciones de control a lo largo de seis meses osciló entre 32,87 mg/L y 38,17 mg/L; las estaciones 5 y 6 mostraron las concentraciones más elevadas, con 37,83 mg/L y 38,17 mg/L, individualmente. Aunque la contenido en marzo fue de 41,22 mg/L, lo que sugiere un nivel menor de contaminación por aguas servidas residenciales en el agua, las lecturas siguen estando por debajo de los límites permitidos por las ECA. Los valores de coliformes totales para la medida bacteriológica variaron de 6,8 NMP/100 ml a 930 NMP/100 ml a lo largo de los seis meses examinados para los seis lugares evaluados. Además, señaló que el contenido de coliformes termotolerantes oscilaron entre 4,6 NMP/100 ml y 930 NMP/100 ml, que estaban dentro de las directrices del TCE (2017) para aguas de bebida animal y riego de hortalizas. Según estas, las estaciones 4, 5 y 6 presentaron las mayores concentraciones de sales en febrero, mientras que en todos los sitios se detectaron contaminantes bacteriológicos, incluidos coliformes totales, fecales, E. coli y Clostridium spp. Además, el 5 % de las cepas aisladas de E. coli eran resistentes al menos a uno de los siete antibióticos, lo que indica un mayor nivel de resistencia antimicrobiana a la ampicilina, la ceftadizima y la ciprofloxacina.

El artículo presentado por los autores (Cruz, y otros, 2016) detectar la capacidad de la especie E. Crassipes para eliminar contaminantes hídrica de riego de las zonas verdes de la (UPeU). Para ello se instaló un sistema de depuración en la zona de «La Mansión», que cuenta con una laguna con dimensiones de 3050,16 m², una profundidad de 5 m, un volumen de 6504,325



m³ y un caudal de 0,13 m³ /sg. La laguna tiene una duración de retención de depuración de 5 días. Tras instalar 37 sistemas flotantes alrededor de la laguna y siete en su centro, plantaron 600 plantas de *E. Crassipes*. Antes y después del procedimiento de depuración, se tomaron muestras de agua. Evaluaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH (8,33), aceites y grasas (4 mg/l), sólidos totales (327 mg/l), turbidez (17,30 UNT) y conductividad (3. 70 US/cm); bacteriológicos: coliformes totales (25000 NMP/100 ml), coliformes fecales (12000 NMP/100 ml); bioquímicos: DBO (4mg/l), DQO (26 mg/l); metales pesados: As total (0,040 mg/l As), plomo total (0,148 mg/l pb), cadmio (0,004 ppm), y nutrientes: N-amoniaco (0,033 mg/NO₄-N), y nitratos (0,20 mg/l NO₃). Al comparar las medias de los factores objeto de estudio, la prueba t fue la técnica estadística utilizada para examinar los datos. Finalmente, llegaron a la conclusión de que el uso de la especie *E. Crassipes* para depurar el agua de riego de las zonas verdes de la UPeU es totalmente eficaz porque permitió establecer un sistema bióticamente armónico que resulta beneficioso para limpiar los desechos acuáticos, incluidos los metales pesados y otros elementos. Este método es cada vez más popular como medio de aumentar la capacidad de depuración de las aguas servidas sin incurrir en costes elevados.

2.1.3. Antecedentes regionales

Este estudio realizado por (Gallegos Saravia, 2024) De acuerdo al DS. N° 003-2010-MINAM, el objetivo fue evaluar las características fisicoquímicas del efluente y Hidrica residual de la planta de depuración de aguas servidas Capachica-Puno 2023. Las muestras se recogieron de acuerdo con la técnica de control de agua, y después de eso, se entregaron al laboratorio para su análisis. Los resultados del análisis fueron debidamente organizados y contrastados con



el LMP. A excepción de los parámetros de aceites y grasas (31,50 mg/L) y sólidos disueltos totales (757 mg/L), que corresponden a la muestra M2 del efluente y a la muestra M3 de la desembocadura (310 mg/L), lo resultante de parámetros fisicoquímicos del efluente y del vertido de la EDAR de Capachica cumplen con el LMP. Ambas muestras superan el LMP establecido en el DS. N° 003-2010-MINAM.

En su trabajo de indagación realizado por (Velasquez Pacho, 2024) Su objetivo era determinar cómo variaba la calidad Hidrica a lo largo del tiempo teniendo en cuenta factores físicos y químicos. La población del estudio descriptivo, no experimental y longitudinal fue el lago Titicaca, en la localidad de Chimú. Se utilizó un enfoque de control no probabilístico para elegir una muestra de un sitio de monitoreo y se emplearon técnicas analíticas documentales. Los parámetros fisicoquímicos que se determinaron reflejan el cambio en la calidad Hidrica del lago. En este caso, los resultantes indicaron que no existió muchas diferencias en los parámetros fisicoquímicos entre los años de indagación, aunque algunos parámetros físicos, como la temperatura, mostraron la mayor diferencia entre 2020 (16,50) y 2019 (14,50); la conductividad eléctrica, donde se observó que los valores inscritos superaban ampliamente el umbral del ECA; y el OD, donde hubo una diferencia más notable en el último año de registros, es decir, en 2023, en comparación con el ECA. Características químicas pH Es importante señalar que, aunque existe una diferencia significativa entre 2021 (8,77) y 2022 (8,52), en general, la calidad Hidrica de la zona de indagación se conserva dentro de los parámetros del ECA.

En su indagación el autor (Espinoza Zapana, 2023) Determinar las características hidricas superficiales de la zona baja del río Coata (puente



Independencia) fue el objetivo para el distrito de Coata en 2022. Dado que no se realizaron cambios, el enfoque utilizado fue la evaluación muestral basada en una indagación no experimental. Se tomaron cuatro muestras de aguas superficiales: una al final de la desembocadura del río Coata, una en las inmediaciones del puente Independencia, una en el barrio de Coata y una en un tramo paralelo de la laguna Coataza. En el laboratorio se realizaron las evaluaciones de los parámetros físicoquímicos. Dado que el análisis estadístico utilizó la prueba T para una muestra con un grado de confianza del 96%, la indagación se ajusta al método cualitativo. Se determinó que los parámetros físicos hídricos en la zona del río Coata eran los siguientes: temperatura (11,8 °C), (CE) 386 y 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos totales (SDT) 121,30 y 238 mg/L, turbidez (7,45 y 0,80 NTU), pH (8,22 y 8,53 unidades), cloruro (306,80 y 318,80 mg/L) y sulfatos (243 y 216,50 mg/L). Al comparar los resultados, se determinó que la CE estaba por debajo de los niveles permitidos, mientras que el pH no superaba las normas de calidad ambiental hídrica. Como resultado, la desembocadura del lago Titicaca sufrió un impacto negativo.

El informe presentado por el autor (Tapia Huacoto, 2022) evaluar la calidad de las aguas servidas de la laguna estabilizadora El Espinar de Puno 2021 fue el objetivo principal del estudio. En el laboratorio, la metodología comprendió un estudio a nivel descriptivo, 3 estaciones de control en las lagunas primaria y secundaria, y efluente lagunar. Los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos fueron evaluados de acuerdo a la normatividad vigente para efluentes de EDAR y la data fueron analizados mediante estadística descriptiva para probar las hipótesis. Dado que el 71,42% de los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos de la laguna principal son superiores a los términos máximos



permitidos para este tipo de aguas, los resultados muestran que no cumplen la normativa vigente. Dado que el 42,86% de los parámetros de la laguna secundaria son superiores a los límites máximos permitidos, el agua no cumple los requisitos actuales. Dado que el 42,86% de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente superan los límites máximos permitidos, no cumplen las normas actuales. Dado que el 42,87% de los parámetros impactaron (sobrepasaron) los Límites Máximos Lícitos, concluyendo que la calidad hídrica residual de la laguna de Espinar de Puno en 2021 no cumple con las normas vigentes para efluentes de EDAR.

El estudio presentado por (Andrade Yucra, 2020) Su principal objetivo era evaluar la eficacia de la planta de depuración de aguas servidas en la región de Macusani, en la región de Puno, en 2020. Para ello tuvo en cuenta los requisitos establecidos por la ECA para la protección del medio acuático. El enfoque utilizado fue la medición de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos in situ y ex, de acuerdo con el ECA para el agua y la LMP para los efluentes de la EDAR. Para evaluar la eficacia de la EDAR de Macusani, se recogieron a continuación dos muestras de un litro de aguas servidas domésticas para medir el SST, la DQO, la DBO 5, los aceites y grasas y los coliformes termotolerantes. Estos resultados no prevalecen el LMP para efluentes de EDAR, según los parámetros in situ que se examinaron: pH 7,45, temperatura 21,5 °C, SST 45 mg/L, DBO 4 500 mg/L, DQO 207 mg/L y aceites y grasas 0,28 mg/L. Se encontró que las lecturas de coliformes termotolerantes de 12,000 NMP/100 mL infringían el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. De pacto con el ECA para aguas de categoría 4, las características físicas analizadas en el río Macusani fueron pH de 8,8, temperatura de 17,6 °C, OD de 70 mg/L y conductividad eléctrica de 146

$\mu\text{S/cm}$. Además, la eficacia de eliminación para los coliformes termotolerantes fue del 77,55%, del 94,88% para la DQO, del 67,16% para el SST y del 93,42% para la DBO 5.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Lago Titicaca

En el artículo (Intupa, 2020) explica el término Titicaca, que deriva de las palabras quechuas Titi, que significa Puma, y Caca, que significa montaña. Este nombre sirve para recordar a los felinos que antiguamente recorrían la zona hace siglos. Una curiosidad es que, según los lugareños que viven junto al lago, si se da la vuelta al mapa del lago, aparece un puma devorando una liebre. Intentan averiguar cómo se relacionan los nombres de los lagos.

Figura 1

Foto satelital del Lago Titicaca.



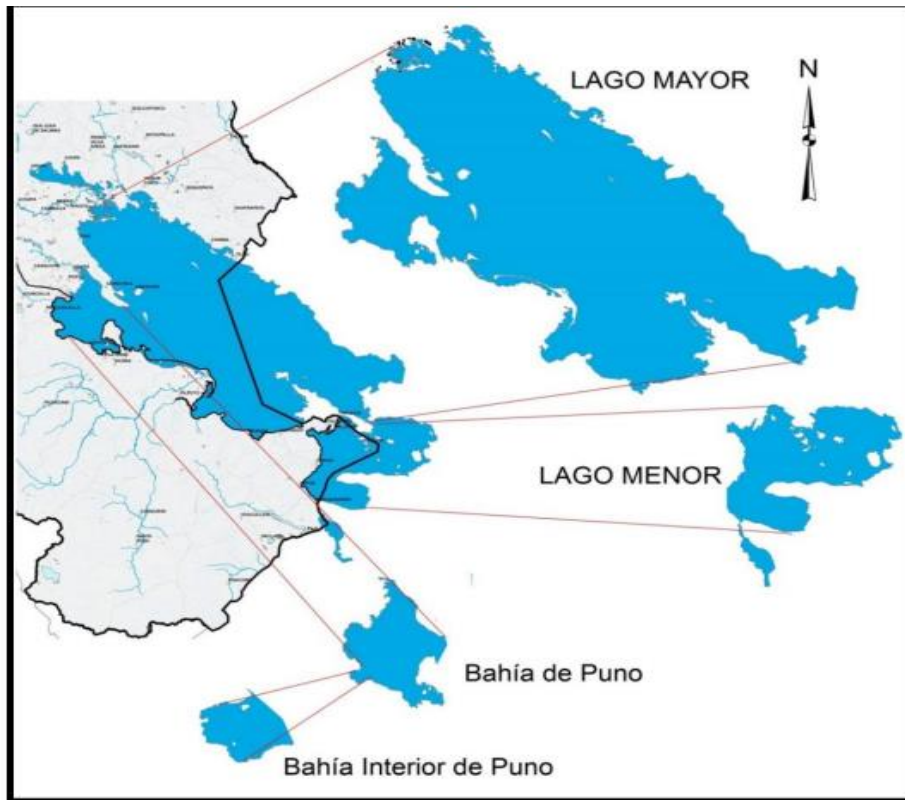
Nota. Imagen referencial de La tierra y el universo, (2016).

Con una profundidad de 281 metros y una altitud de 3.900 msnm, el lago Titicaca está puesto en la meseta central de los Andes, entre Bolivia y Perú. Se desarrolla a lo largo de 8.562 kilómetros. El lago está partido en dos secciones:

el lago Huiñamarca, más pequeño, de 2112 km, y el lago Chucuito, más grande, de 6450 km. Es el lago más elevado y navegable del mundo, y ocupa el sitio 19 en cuanto a superficie.

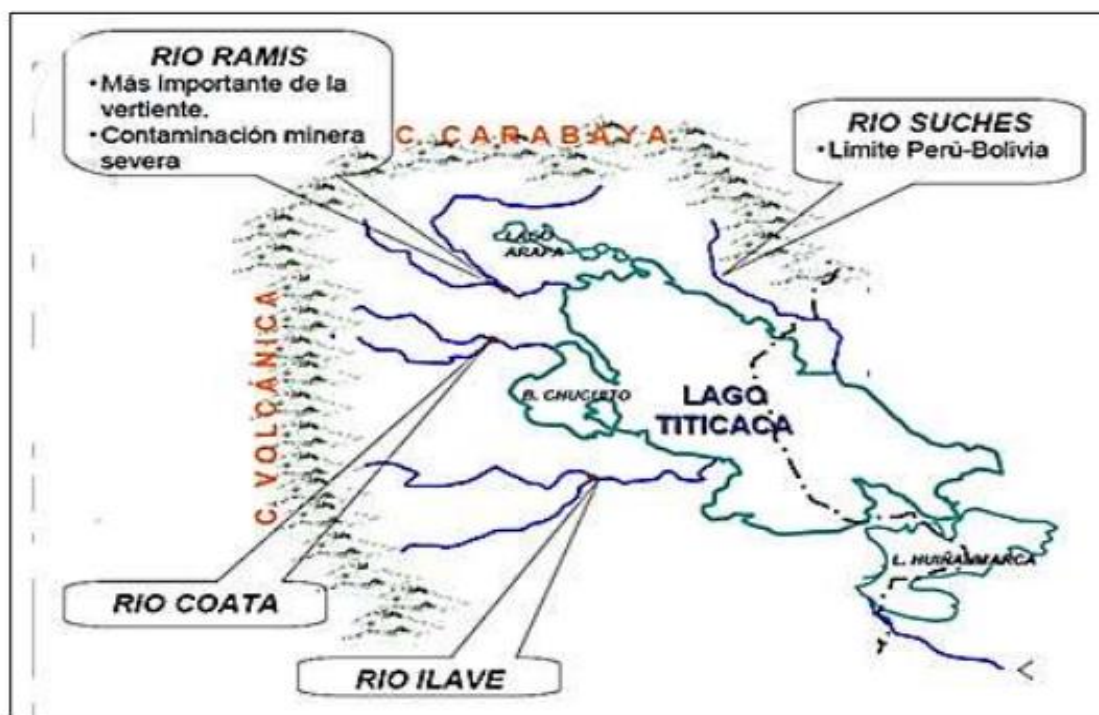
Figura 2

Mapa de sectorización de unidades espaciales del Lago Titicaca.



Nota. Imagen extraída del Ministerio de Medio Biotico y Agua, (2019).

El río más caudaloso, el Ramis, que desagua unas dos quintas porciones de toda la cuenca Titicaca, entra por la esquina noroeste del lago. Más de 25 ríos desembocan en el Titicaca. El extremo sur del lago está drenado por el Desaguadero, un río menor. Sólo el 5% Hidricasobrante del lago se drena a través de este único desagüe; el resto se evapora en el duro calor y el viento del árido Altiplano.

Figura 3*Ámbito geográfico.*

Nota. Figura obtenida de Haep, (2022).

2.2.2. Bahía del Lago Titicaca

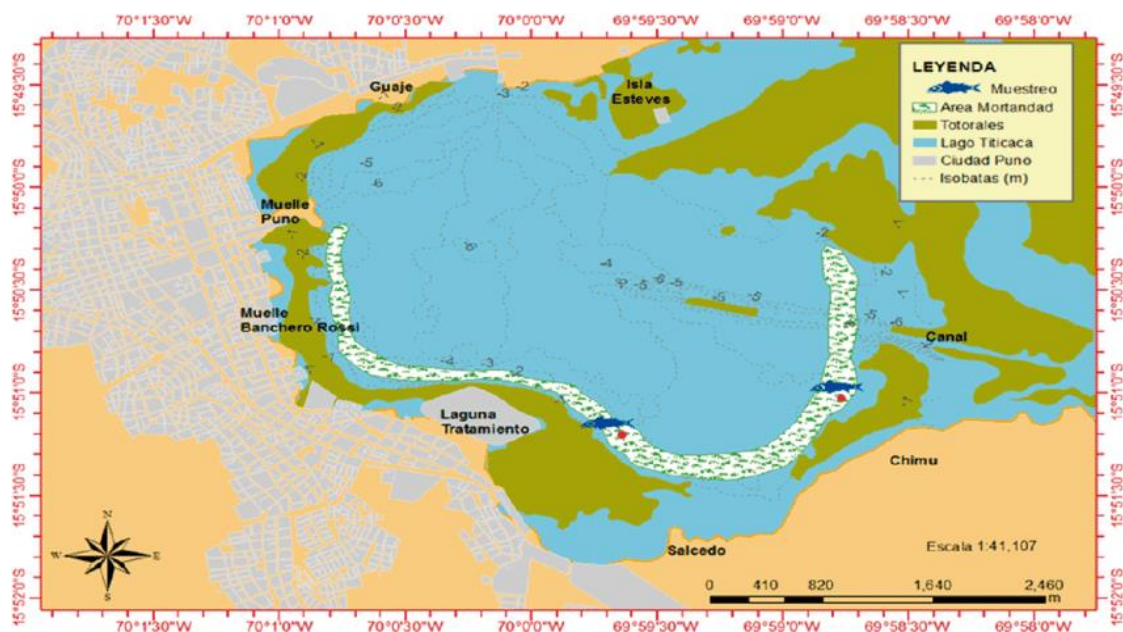
La ciudad de Puno está situada en las playas del Titicaca, que incluye la bahía de Puno. La ciudad está construida en su mayor parte en las orillas occidentales de la Bahía Interior, situada en el extremo noroeste del lago. Con una profundidad de 0,50 a 6,70 metros, una superficie de 17,4 km² (o 0,22% del tamaño total del lago Titicaca) y un cantidadn hidricade unos 90 millones de metros cúbicos (MMC), la Bahía es un entorno de grafía casi cuadrada (Espinoza Rivas).

Ya sea por el escurrimiento de las microcuencas aledañas a la ciudad, que también aportan cantidades importantes de contaminantes, incluyendo materia orgánica y desechos sólidos, así como sedimentos, o por la descarga de aguas servidas urbanas rigurosas y sin depuración adecuado, este ecosistema ha sido

y es el único receptor de diversos tipos de contaminantes desde hace más de 80 años. La falla de una instalación de depuración de aguas durante muchos años es uno de los factores que ha provocado la contaminación y eutrofiización de la Bahía de Puno.

Figura 4

Bahía del Lago Titicaca.



Nota. Figura considera de Chura Cruz, (2021)

2.2.3. Riesgo ambiental

(Novillo, 2022) citando El riesgo medioambiental es la posibilidad de que se produzcan daños o desastres en el medio biótico como resultado de sucesos tanto naturales como excitados por el hombre.

El riesgo ambiental, según ESGinnova Group (2018), es la posibilidad de que una actividad humana o natural dañe el medio biótico. Pero según la norma ISO 14002:2015, el riesgo es un impacto de vacilación, lo que significa que abarca tanto posibles muebles malos como posiitivos, como oportunidades y amenazas.

2.2.4. Tipos de riesgos bióticos

Unir (2024) Estas son las categorías de peligros bioéticos que son discernibles de forma natural:

Peligros bioéticos orgánicos. Son los provocados por sucesos naturales. Las erupciones volcánicas, las sequías, los huracanes, los terremotos, las avalanchas, los desbordamientos de ríos y las lluvias torrenciales entran en esta categoría.

Riesgos bioantropológicos. Se incluyen en esta categoría los riesgos provocados por la actividad humana, como el agotamiento de la capa de ozono, los vertidos de aguas servidas, los incendios excitados, las fugas de productos químicos o las explosiones.

Figura 5

Tipos de riesgos bióticos.



Nota. Imagen recuperada de (GEO_SENTME_0910, 2011).

2.2.5. Aspectos para identificar los riesgos bióticos

Unir (2024) Para identificar los peligros bioéticos se requiere una evaluación que permita clasificarlos en función de la probabilidad de daño y sus posibles resultados. Además, habrá que examinar cualquier componente que



pueda afectar a la organización, tanto interno como externo. Los siguientes elementos pueden ser útiles para determinar los riesgos bioéticos:

- Evaluación del entorno. La primera fase consiste en un examen exhaustivo del entorno natural y poblacional, que incluye el conocimiento de la topografía, el clima, la biodiversidad y la actividad y presencia poblacionales de la región.
- Indagación de las fuentes de contaminación. Es crucial identificar las posibles fuentes de contaminación, que pueden incluir el transporte, la agricultura, la industria o las zonas urbanas donde se liberan materiales peligrosos en el medio biótico.
- Control de la calidad de la tierra, el agua y el aire. Será más fácil encontrar contaminantes y sus posibles fuentes si se establecen sistemas de vigilancia continua para evaluar el estado del suelo, el agua y el aire en la región de interés.
- Análisis de la influencia en el medio ambiente. Antes de comenzar todo proyecto o actividad que pueda afectar negativamente al medio biótico, hay que hacer evaluaciones de impacto ambiental. Esto ayuda a identificar riesgos y a planificar estrategias de mitigación.
- Hablar con profesionales. Para identificar posibles peligros y desarrollar estrategias de mitigación, consulte a especialistas en diversas disciplinas, como biología, ecología o química.
- Evaluación de vulnerabilidades. Se trata de evaluar la susceptibilidad de los grupos poblacionales y el medio ambiente a determinados riesgos bióticos, como la contaminación, la sequía y las inundaciones.

- Seguimiento de tendencias. El seguimiento de las tendencias bióticas a largo plazo, como la merma de biodiversidad, el cambio climático y la humillación del suelo, puede ayudar a detectar nuevas amenazas y prevenir sus efectos.

2.2.6. Evaluación del riesgo ambiental.

El análisis de riesgos bióticos es necesaria en todo sistema de gestión medioambiental. Se trata de un procedimiento exhaustivo que incluye el descubrimiento, la evaluación y la mitigación de los posibles peligros que puedan afectar negativamente a nuestro entorno natural. n.d.; GreenProgress

Se trata de un forma utilizado para detectar la aspecto de una posible ultimato que tenga efectos perjudiciales en el suelo, el agua o el aire y suponga un riesgo para la salubridad humana y el medio biótico debido a la exhibición continuada a riesgos en un lugar y un momento determinados. Estos riesgos pueden ser el resultado de la realización de actividades tanto naturales como poblacionales. El resultado de la evaluación es un rango o tamaño (Ministerio del Ambiente, Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, 2010)..

2.2.7. Principales contaminantes del agua

- ✎ (Rhoton, 2023) Ya procedan de fuentes naturales o artificiales, los compuestos inorgánicos como sales, ácidos y metales tóxicos son las primordiales causas de la contaminación hidrica.
- ✎ El petróleo, la gasolina, el benceno, el queroseno, los plásticos y los insecticidas son ejemplos de hidrocarburos y sus derivados.
- ✎ Los desechos orgánicos incluyen animales y vegetales en descomposición, estiércol y otros productos de desecho procedentes tanto de plantas como de animales.

- ✗ Materiales radiactivos naturales o artificiales, como el radón, el uranio, el torio, el radio y el plutonio.
- ✗ Entre otros, los microorganismos patógenos incluyen virus, bacterias y parásitos.

Figura 6

Contaminantes del agua.



Nota. Imagen recopilada de Rhoton, (2023).

2.2.8. Fuentes de la contaminación del agua

(LG Sonic, sin fecha) Las actividades poblacionales que provocan la contaminación hídrica son las principales causas de la contaminación hídrica.

Aunque los fenómenos naturales pueden influir en ocasiones, la actividad humana es la causa primordial de la contaminación del agua. A continuación se enumeran algunas causas importantes de la contaminación del agua:

- 1) Actividades agrícolas: El agua puede contaminarse por escorrentía y lixiviación debido al uso de fertilizantes y pesticidas, así como a una gestión deficiente de los desechos animales. El agua de lluvia puede transportar



pesticidas y fertilizantes a los arroyos, ríos y acuíferos vecinos cuando cae sobre cultivos que han sido tratados con estas sustancias. Del mismo modo, si el estiércol animal de granjas y cebaderos no se gestiona adecuadamente, puede incluir gérmenes, virus y parásitos que contaminen los suministros de agua.

- 2) Desechos industriales: Como resultado de sus actividades, las industrias producen diversos productos químicos y metales pesados. Estas sustancias pueden contaminar las fuentes hídricas adyacentes si no se eliminan o conservan adecuadamente. La contaminación hídrica subterráneas también puede deberse a fugas de tanques de almacenamiento subterráneos, como los que se utilizan para almacenar petróleo y gasolina.
- 3) Aguas servidas o sépticas: la basura de los sistemas sépticos y las instalaciones de depuración de aguas servidas, así como la basura de la industria y la agricultura, pueden llegar a las fuentes de agua. En las aguas servidas manipuladas incorrectamente pueden encontrarse numerosos contaminantes, como bacterias, virus y sustancias químicas, que pueden poner en peligro tanto la salubridad humana como el medio biótico.
- 4) Sucesos naturales: La contaminación hídrica también puede deberse a terremotos, erupciones volcánicas y tormentas. La actividad humana agrava indirectamente algunos de estos fenómenos, como los corrimientos de tierras provocados tanto por el uso inadecuado del suelo como por las precipitaciones, o las tormentas que son más intensas como secuela del cambio climático. Los terremotos y las erupciones volcánicas son ejemplos de otros fenómenos naturales que, en su mayoría, no están relacionados con las actividades poblacionales. Los suministros hídricos pueden cambiar como



resultado de estos sucesos, provocando la escorrentía de sedimentos y la contaminación por productos químicos, metales pesados y otros contaminantes. Además, tienen el viable de dañar físicamente las plantas de depuración de agua, lo que hace más difícil limpiar adecuadamente el agua para uso poblacional.

- 5) Minería: La extracción de metales y minerales del suelo suele ser una operación que solicita mucha mano de obra, utiliza mucha agua y produce gran cantidad de subproductos potencialmente peligrosos que pueden contaminar los suministros de agua. El medio biótico y la salubridad humana pueden estar en peligro si durante el proceso de extracción se vierten metales pesados y otros contaminantes en las fuentes hídricas adyacentes.
- 6) Urbanización: A medida que las ciudades crecen como consecuencia de la construcción y los proyectos inmobiliarios, la escorrentía de sedimentos puede introducir sustancias químicas, metales pesados y otros contaminantes en las fuentes hídricas adyacentes, poniendo en peligro tanto el medio biótico como la salubridad humana.

2.2.9. Aguas servidas o servidas

Aguas servidas, aguas negras o aguas servidas son otros nombres que reciben las aguas servidas. Todas estas frases describen el agua que ha sido alterada por la actividad humana, como la eliminación de desechos químicos y orgánicos, que cambia la composición natural hídrica (Accipon contra el hambre, 2021).

Figura 7

Aguas servidas.



Nota. Extraído de (Clima de Cambios, 2019).

Según Benítez (2013), las aguas servidas se definen como aguas resultantes de diversas diligencias poblacionales que contienen desechos conocidos como contaminantes que no son convenientes Hidricaen contxtos normales. Estos contaminantes excitan el deterioro de la masa hidricay la recontaminación de aquellos que pueden ser vertidos sin ser previamente depurados.

En consecuencia, la necesidad de encontrar formas de deshacerse de los contaminantes Hidricaresidencial, agrícola e industrial viene provocada por la diversión de la población. Las aguas servidas aumentan como consecuencia de la urbanización y la expansión; estos factores también elevan el consumo de agua. Como resultado, entre el 70% y el 80% Hidricadoméstica se transforma en aguas servidas y se vierte en desagües o sistemas de alcantarillado. Del mismo modo, el agua que las empresas utilizan para diversos fines también se vierte en



estos canales de drenaje, que finalmente desaguan en lagos, ríos y/o el océano.

Rodríguez, Costa (2021).

2.2.10. Clasificación de las aguas servidas

La clasificación más común es:

Agua residual doméstica: (Costa Rodríguez, 2021) Son el resultado del uso del líquido en diversas actividades domésticas, residenciales, comerciales e entidades.

- ✓ Se logran separar en:
- ✓ Aguas negras: trasladan desechos orgánicos, orina y excremento del inodoro.
- ✓ Aguas grises: son aguas jabonosas procedentes de la ducha, bañera, fregadero, lavavajillas, lavandería y lavadora que pueden incluir grasa. Pueden reciclarse en aguas negras para su uso en inodoros y utilizarse para regar las plantas.
- ✓ c) Dependiendo de la industria, pueden incluir diferentes contaminantes nocivos procedentes de los procesos de fabricación industrial (Costa Rodríguez, 2021).

Agua residual municipal o urbana: b) Aguas utilizadas para usos domésticos (inodoros, lavabos, lavadoras, bañeras) que se escapan de las ciudades.

Además, podrían incluir contaminantes procedentes de procesos industriales urbanos y de la escorrentía pluvial (Costa Rodríguez, 2021).

(Costa Rodríguez, 2021)

Agua residual industrial: Dependiendo de la industria, pueden incluir diferentes contaminantes nocivos procedentes de los procesos de fabricación industrial (Costa Rodríguez, 2021).



Aguas servidas de la agricultura y ganadería: a) Si bien es cierto que determinados cultivos y procesos de depuración de determinados productos agrícolas consumen mucha agua y generan aguas servidas, esta clase de aguas servidas son salvo habituales en la agricultura, ya que se utilizan mayoritariamente para el riego. Sin embargo, la ganadería, sobre todo la intensiva, es la principal fuente de la gran mayoría de las aguas servidas del sector primario. Estos cursos hídricos presentan concentraciones significativas de contaminantes procedentes de los purines, que son la orina y las heces animales alojados en establos, así como de ciertos plaguicidas utilizados para la cría de ganado. por la toxicidad y hartazgo de las partículas fecales que contienen, estos contaminantes pueden alterar la fertilidad del suelo, transformando un suelo productivo en un erial total (Arriols, 2024). Esto los hace muy perjudiciales.

Aguas servidas derivadas de la lluvia ácida: La mayoría de las personas suelen ignorar que la lluvia ácida es una clase hídrica residual. Sin embargo, es un ejemplo real de aguas servidas que se liberan a la atmósfera como resultado humano. Este tipo de aguas servidas se crea cuando los contaminantes presentes en la atmósfera, sobre todo en las zonas metropolitanas, son arrastrados por la lluvia y contaminan la tierra. Debido a su producción urbana, la mayor parte de estas aguas contaminan la tierra.

2.2.11. Características de las aguas servidas

(2019, Contaminación) Entre los aspectos físicos, químicos y biológicos de las aguas servidas o cloacales, se destacan los siguientes:

(a) Atributos físicos: temperatura, sólidos, color y olor presentes.



- b) Características químicas: nutrientes, metales pesados, proteínas, hidratos de carbono, grasas y aceites, compuestos orgánicos volátiles, insecticidas, pH y gases disueltos (oxígeno, metano y sulfuro de hidrógeno).
- c) Rasgos biológicos, incluidos virus, bacterias, hongos, plantas y animales.

2.2.12. Características físicas

1) Color:

La impresión visual que crean los materiales en el agua se denomina color. El color genuino debe distinguirse del color percibido. La turbidez está relacionada con el primero. Los materiales minerales disueltos, en particular las sales de hierro y manganeso, así como las partículas coloidales orgánicas, determinan el tono real. Aunque el agua debería ser incolora, puede volverse azul o incluso verdosa en grandes cantidades. Las algas microscópicas, los suelos arcillosos, los desechos industriales y la descomposición de la materia orgánica afectan a los colores, además de la presencia de componentes coloidales y sales minerales disueltas. Dado que la intensidad del color depende del pH y a menudo aumenta con el incremento de éste, el color real hidrico suele medirse junto con el pH. Como unidad de color creada por la escala de platino-cobalto, el color se determina comparándolo con colores estándar.

2) Temperatura:

Como afirman Fuentes y Massol Deva (2002). Sugiere que la temperatura es un elemento abiótico que influye en las características químicas y físicas de otros elementos abióticos de un ecosistema y controla funciones esenciales para los seres vivos. Es importante distinguir entre las ideas de temperatura y calor antes de adentrarnos en la naturaleza de estas



interacciones. A menudo no vemos la diferencia entre estas dos ideas, lo que hace que las utilicemos indistintamente por error. El calor se refiere a la energía que se traslada de un sistema o cuerpo a otro, o viceversa. Según la segunda regla de la termodinámica, la energía siempre se desplaza de una región de mayor contenido a otra de menor contenido. A la inversa, la temperatura es una métrica que indica la presencia de un gradiente o contraste de energía que da lugar a la transferencia de calor.

3) **Turbiedad:**

Como afirma Palao (2010) Cuando el agua contiene materiales en suspensión delicadamente divididos, como arcillas, limos, granos de sílice, materia orgánica, etc., dificulta el paso de la luz. Este fenómeno se conoce como turbidez. El grado de turbidez viene indicado por la cantidad de estos componentes. La turbidez es una medida de interés para controlar la eficacia de las operaciones de depuración, ya que aumenta con la contaminación del agua. Para evaluar la turbidez se utilizan el efecto Tyndall y la opacidad (ley de absorción de Beer-Lambert), El grado de purificación que requiere una fuente hídrica, su filtrabilidad y, por tanto, la mejor tasa de filtración, la eficacia de los procesos coagulantes, sedimentación y filtración, y la potabilidad hídrica vienen determinados por los niveles de turbidez. La penetración de la luz disminuye sobre todo por la turbidez. Esto disminuye el ritmo de producción de alimento para los peces.



4) Olor:

Unda (1969). es una impresión creada por las sustancias volátiles Hidricay el sentido del olfato. Se utilizan cuatro categorías para clasificar los olores de las aguas naaturales:

- ✚ Los olores de materia orgánica natural descompuesta se clasifican como olores vegetales u olores resultantes de la putrefacción de materia orgánica. La vegetación coloidal es la fuente principal del olor vegetal de las aguas superficiales. Los materiales orgánicos muy finos y las partículas de arcilla son la fuente del olor terroso. Según el estado y la velocidad de descomposición de la sustancia, los cursos hidricacontaminados pueden tener un olor muy desagradable. Olores generados por organismos vivos: este tipo de hedor lo producen sobre todo las algas y otros microorganismos y está presente en grandes masas de agua. Su producción de sustancias químicas y petróleo suele ser la causa. Olores provocados por gases o una mezcla de ellos: la presencia de gases, como el amoníaco, que se produce cuando se descomponen las proteínas, o el sulfuro de hidrógeno, que se produce cuando las moléculas orgánicas se descomponen con azufre y otros gases, dan al agua un sabor y olor bruscos. Olores relacionados con desechos industriales: Algunas sales y desechos industriales, en particular los fenoles o productos químicos fenólicos, pueden dar al agua un sabor y olor bruscos similares a los del yodoformo.



2.2.13. Características químicas

En el análisis de las propiedades químicas de las aguas servidas se tienen en cuenta las materias orgánicas, inorgánicas y gaseosas.

Se denomina materia orgánica a los sólidos procedentes de los reinos vegetal y animal, así como de actividades poblacionales que implican la síntesis de moléculas orgánicas. Las proteínas, los carbohidratos, los lípidos y los aceites son las primordiales categorías de materiales orgánicos que se exhiben en las aguas servidas (Ayala Fanola & Gonzales Marquez, 2008).

La mayor parte de las aguas servidas se compone de estructuras fundamentales derivadas de seres vivos; la composición de la material orgánico es la siguiente:

El porcentaje de proteínas oscila entre 40% y 60%.

Carbohidratos entre el 25% y el 50%.

10% o más de grasas y aceites.

Las aguas servidas presentan también el proceso de cloración Hidricapotable.

Hay que tener en cuenta varios factores en las aguas servidas, entre ellos:

a) Demanda Química de Oxígeno

Este proceso oxida los materiales orgánicos a CO y agua en un entorno ácido utilizando un agente oxidante fuerte, como permanganato potásico o dicromato potásico. Dado que ofrece un indicador de si el vertido de aguas servidas tendrá o no un incidencia en el medio biótico receptor, la DQO es una métrica crucial de la calidad hidrica, al igual que la DBO. Habrá menos oxígeno disuelto en las aguas servidas con niveles más altos de DQO porque habrá más materia orgánica presente. Las condiciones anaeróbicas provocadas por una disminución del oxígeno disuelto pueden ser

perjudiciales para la vida acuática. Dado que las pruebas de DQO requieren menos tiempo que las de DBO, a menudo se utilizan como sustituto (Cantuña, 2019).

b) Demanda Bioquímica de Oxígeno

realicen al descomponer los materiales orgánicos de un líquido se conoce como su DBO (Demanda Biológica de Oxígeno). La unidad medible es el mg/L (ppm). A la hora de evaluar el estado o la calidad Hidricade ríos, lagos, lagunas o efluentes, este parámetro es esencial. Las bacterias de la muestra necesitan más oxígeno para oxidar (degradar) cuanto más materia orgánica contenga. Este análisis, representado por la DBO5, se efectua de forma tipo durante 5 días a 20°C, ya que el causa de degradación varía con la temperatura. La normativa especifica los niveles máximos de DBO que pueden prsentar las aguas servidas antes de ser vertidas a los ríos y otros cuerpos de agua. Estos valores determinan si se pueden verter directamente o si es necesario someterlas antes a depuracion (Posada y Mosquera, 2007)..

- **Materia inorgánica:** La evaluación y gestión de la calidad Hidricadependen de una serie de elementos inorgánicos que se exhiben tanto en las aguas naturales como en las servidas (Pariccahua Huanca, 2018).

Los rasgos más significativos que distinguen la materia orgánica de los materiales no orgánicos son:

2.2.13.1. Potencial hidrógeno (pH)

Esta métrica Hidricadetermina si el agua ees básica, neutra o ácida. El pH viene determinado por los iones de hidrógeno del agua; el agua limpiapresenta un pH



en torno a 7; si hay diferencias, hay que temer la contaminación por metales pesados u otros materiales artificiales. El valor de este parámetro, que oscila entre 0 y 14 unidades, debe medirse idealmente en el mismo lugar donde se tomó la muestra. Un valor inferior a 7 puede indicar la presencia elementos ácidos, mientras que un valor superior a 7 indica que el agua es básica; en cláusulas técnicas, esto se conoce como alcalinidad o acidez titulable, y es significativo por encima de 9,6 y por debajo de 4,4 unidades de pH. Huacoto Tapia (2022)

Oxígeno disuelto

“Este límite alude a la medida de oxígeno descompuesto en el agua. Las aguas superficiales limpias suelen estar inmersas en oxígeno, que es fundamental para siempre. Si el grado de oxígeno descompuesto es bajo, demuestra que hay contaminación con materia natural, que la calidad Hidricano es buena y que no puede ayudar a ciertos tipos de vida. (Sáez Huamán, 2023)

Características bacterológicas

Este límite se relaciona a la cantidad de aire que se ha descompuesto en el agua. En las aguas superficiales limpias suele haber oxígeno, que es vital para todo ser vivo. La presencia de contaminación por materia natural, la mala calidad Hidricay la incapacidad de sustentar ciertas formas vivas están indicadas por un bajo grado de oxígeno descompuesto. Huamán Sáez, 2023.

Coliformes totales

Incluyen un número muy pequeño de bacterias, que son horarios de calidad debido a su origen, y se denominan así porque pueden tolerar temperaturas de hasta 45 oC. Las especies son menos abundantes, aunque E. coli es su actor más habitual. Aunque estas novísimas pertenecen a los coliformes



termotolerantes, rara vez se observan en la microbiota normal y suelen proceder de fuentes externas, como fuentes de agua, plantas y suelos (Sotil, 2017).

Coliformes termotolerantes

Son un grupo muy pequeño de microorganismos que se utilizan para determinar la calidad bacteriológica del agua. Al ser de origen fecal, no deberían estar presentes en la mayoría de las categorías de agua. Se caracterizan por ser el grupo de organismos coliformes que exhiben el potencial de fermentar la lactosa a. Típicamente, los microorganismos del género *E. coli* las forman. Dado que las heces presenten estos microorganismos, concurrencias en la flora intestinal, el 80% y el 90% de ellos son *E. coli*, además que en las muestras de aguas servidas y contaminadas, esta cantidad desciende al 59%. Los coliformes fecales son diferentes de los demás microorganismos que forman parte de este grupo, que son indóxicos positivos. Además, tienen un rango de temperatura muy amplio para su crecimiento óptimo (hasta 45°C). (Tapia)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Lago Titicaca

Con una altura media de 3.823 msnm, el lago Titicaca es el mayor lago hidricadulce de Sudamérica y el más alto del mundo. Está situado en el altiplano andino, en los Andes medios (Alania Arce, 2023).

2.3.2. Bahía del Puno

Una chica porción de la bahía de Puno, que manera parte del lago Titicaca, se conoce como bahía interior. Está situada en la región del mismo nombre, al sureste de Perú, frente a la ciudad de Puno. Se extiende entre los promontorios Chimú, al sur, y Chulluni, al norte. Su extensión es de unos 17 km², y su volumen hídrico es de aproximadamente 44.000 m³. En la bahía se exhiben las islas

Espinar y Esteves, que son componentes morfológicos duros y rocosos con un vista pintoresco para el turismo y el placer (Alania Arce, 2023).

2.3.3. Aguas servidas

Las aguas servidas, también conocidas como efluentes, son tipos hidricaque se han utilizado para un fin comercial, residencial o comunal; como resultado, han alterado sus cualidades originales y ya no son valiosas para las personas que las produjeron (La contaminación, 2019).

2.3.4. Parámetros físicos

Sin requerir alteraciones químicas o biológicas, los parámetros físicos son rasgos o atributos Hidricaque pueden comprobarse y cuantificarse mediante técnicas físicas. Estos criterios son relevantes en una variedad de situaciones, incluyendo el depuracion de aguas servidas y el monitoreo ambiental, y proporcionan información significativa sobre la calidad hidrica. Entre ellos se incluyen el color, la temperatura, la conductividad eléctrica, la turbidez y la sst (Bayona, 2016)..

2.3.5. Parámetros bacterologicoss

Los parámetros biológicos indican la coexistencia y actividad de seres vivos macroscópicos y microscópicos en el aagua. Estos parámetros son esenciales para inspeccionar las incidencias de los contaminantes y la salubridad general de los ecosistemas acuáticos, tambien para evaluar la calidad biológica Hidricay su idoneidad para diversas aplicaciones. Según Sricoth et al. (2017), incluyen la DBO5, los coliformes y la DQO, entre otros.

2.3.6. Parámetros químicos

La presencia y cantidad de componentes disueltos o suspendidos en el agua pueden determinarse por medio parámetros químicos. Estos parámetros



son cruciales para inspeccionar los efectos de los contaminantes químicos en el medio biótico acuático y para evaluar la calidad Hidrica y su idoneidad para diversos fines. además se incluyen los metales, el OD, el pH, etc. (Apaza, 2022)..

2.3.7. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Medir el contenido de componentes o sustancias químicas en el agua es el objetivo de esta técnica de gestión ambiental. El ds N°004-2017-MINAM, que autoriza este instrumento, crea cuatro categorías, la cuarta de las cuales es designada para el objeto de indagación (MINAM, 2010).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de indagación

Dado que la indagación utiliza la compilación de datos en base a mediciones numéricas (contenido y valores) para evaluar y caracterizar los riesgos bióticos en el lago Titicaca como incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía interna del lago Titicaca, se adopta un enfoque cuantitativo, de acuerdo a Hernández y Fernández (2010) y los objetivos desarrollados.

3.2. Diseño de indagación

En la presente indagación el diseño de indagación que se va a utilizar es la no experimental, puesto que no se manipulará las variables, se compilarán datos en un tiempo dado con el fin de describir y evaluar su incidencia en un momento dado (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista , 2014).

3.3. Técnicas e instrumentos de la indagación

Adicionalmente, tiene un enfoque de estudio descriptivo, que pretende identificar atributos y peculiaridades claves de la calidad Hidricadel masa receptora de aguas servidas.

Dado que las variables no serán modificadas intencionalmente, el diseño de indagación que se utilizará en este estudio es no experimental. Los datos



serán recolectados una sola vez con el fin de narrar y analizar la incidencia e relación de las variables en un instante específico (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista, 2014).

En el procedimiento se utilizan las subsiguientes fichas y formatos: ficha de detección del sitio de control, registro de datos de campo, ficha para el etiquetado de la muestra hidricay cadena de custodia. El equipo multiparamétrico hidrocraqueo se utilizó en la indagación apoyó el monitoreo de campo, donde se recolectaron en las cadenas de custodia.

Fichas y formatos

- Adicionalmente, el monitoreo se realizó utilizando como guía el «protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos (R.J N°010-2016-ANA)».

3.3.1. Materiales y equipos

Fueron los siguientes:

a. Materiales:

- Envases de vidrio.
- Bureta.
- Matraz Erlenmeyer de diferentes capacidades
- Pipetas volumétricas
- Vasos precipitados de distintas capacidades
- Probetas de distintas capacidades
- Cinta masking. Para rotulado
- Cooler de Tecnopor para mantener conservado las muestras
- Mandil.
- Guantes.



b. Equipos e instrumentos:

- Turbidímetro.
- Equipo multiparámetro.
- Incubadora
- Horno
- Balanza analítica
- Destilador hidrica
- Estufa (Marca: San Jor, Modelo: SL30CDB, Capacidad: 36 L).
- Refrigeradora.
- Contador de colonias (Marca: WTW, Modelo: BZG 40).
- GPS.
- Cámara fotográfica.

c. Lugar de estudio

La zona en estudio en el que se trabajó la presente indagacion esta ubica en la bahía del lago Titicaca que se encuentra en la ciudad de Puno en el region de Puno, Provincia de Puno y Distrito de Puno, políticamente concierne:

- Región : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Puno
- Altitud 3820 m.s.n.m.

Los puntos de control de nuestra indagacion se observan en la siguiente tabla y figura:

Tabla 2

Puntos de control de la bahía del lago Titicaca.

Puntos de control	Coordenadas		Contenido de parámetros evaluados					
	S	W	pH y	Temperatura STS, Aceites y	grasas	DBO5 y DQO	Coliformes	termotolerant
P1	15°85'38.54"	69°99' 77.61"	X	X	X	X	X	X
P2	15°85'00.09"	70°00' 78.87"	X	X	X	X	X	X
P3	15°84'36.00"	70°01' 32.17"	X	X	X	X	X	X
P4	15°83'70.37"	70°01' 40.16"	X	X	X	X	X	X
P5	15°82'99.62"	70°01' 39.63"	X	X	X	X	X	X
P6	15°82'58.60"	70°00' 25.05"	X	X	X	X	X	X

Figura 8

Ubicación de los puntos de control de la bahía del lago Titicaca.





3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

En referencia a la población para la presente indagación está dada por el masa receptorade vertimiento hidricaservidas en la bahía del lago Titicaca.

3.4.2. Muestra

Para lo que es la muestra en la indagación es no probabilística o dirigida, esto por qué se seleccionaron puntos de control en referencia a las vertidos de aguas servidas en la bahía del lago Titicaca y estas fueron tomadas en función al Protocolo Nacional para el Monitoreo (Resolución Jefatural No. 010-2016-ANA), donde se consideran los puntos de control en cuerpos hidricalenticos: en este caso fueron 6 puntos de control tomando 500 ml de cada punto para muestra.

3.5. Procedimiento Metodológico

3.5.1. Metodología para el objetivo uno: Identificar las fuentes de emisión clandestina que están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno.

En referencia a este objetivo en primera instancia se planifico conjuntamente con el laboratorio la identificación y toma de muestras de los puntos de descarga de aguas servidas en la bahía del lago Titicaca.

Además, se utilizó el sistema matricial del peligro ambiental que estas vertidos pudieran estar causando como a continuación se detalla en base al ministerio del biotico:

I. Análisis de riesgos bioticos:

La detección de riesgos, la definición de escenarios potenciales, la creación de una lista de comprobación del cumplimiento y la indagación y creación de escenarios hipotéticos forman parte del primer paso. Las primeras

indicaciones tecnológicas que podemos utilizar para identificar los riesgos son las que utilizan herramientas de apoyo para facilitar esta tarea.

- **Identificación de peligros:** Estos recursos son esenciales para comprender las características únicas, los materiales y las fuentes de contaminantes que se exhiben en la región de estudio.

- seguidamente se muestran las tablas que responden a este requisito. Los efectos y las causas de los riesgos biológicos en los tres entornos (poblacional, socioeconómico y ecológico) se exhiben en la siguiente tabla.

Tabla 3

Causas y efectos de los peligros bióticos.

FACTOR	POBLACIONAL	ECOLÓGICO	SOCIOECONÓMICO
Antrópico	Causas		
	Efecto		

Nota. La fuente es del "Ministerio del Biotico", citado por MINAM (2018).

Tabla 4

Elementos de riesgo y parámetros de evaluación.

Elementos de riesgo	Suceso iniciador / parámetros de evaluación	Fuente de Información
---------------------	---	-----------------------

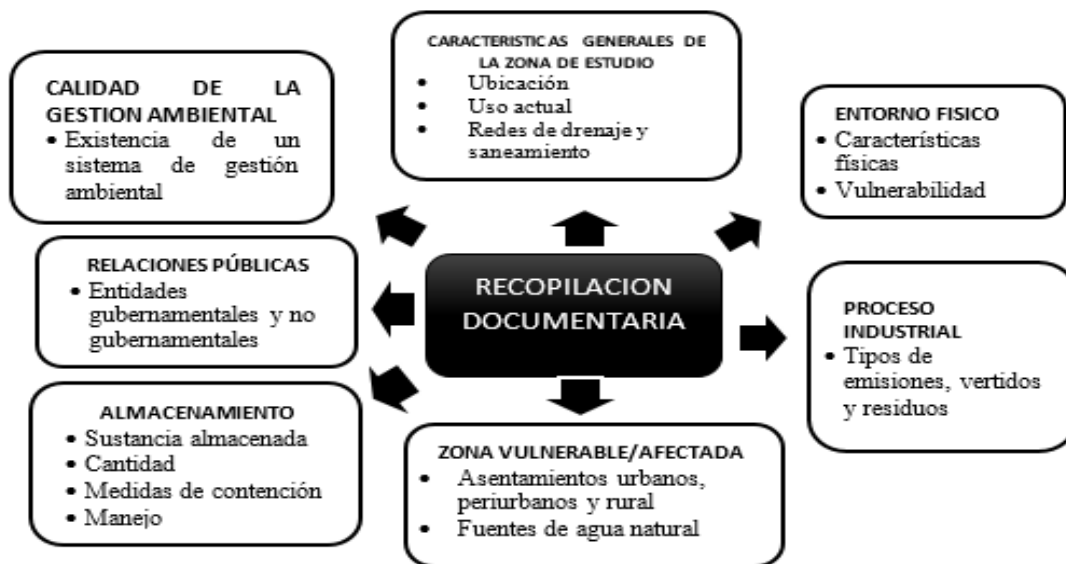
Nota. La fuente es del "Ministerio del Biotico", citado por MINAM (2018).

- **Determinación de escenarios:** En el ámbito del trabajo o la indagación, este paso implica reunir y compilar datos sobre temas como las peculiaridades típicas de la zona de estudio, las operaciones industriales, el entorno físico, las zonas vulnerables, las relaciones con la comunidad, el

almacenamiento y el estado de la gestión medioambiental. Estos temas se detallan en la siguiente figura.

Figura 9

Aspectos técnicos para la recopilación de información.



Nota. Fuente es la “Guía de Evaluación de Riesgos Bioticos”, MINAM (2010).

- **Análisis de escenarios:** El objetivo en esta fase es detectar y clasificar los riesgos poseyendo en cuenta las tres dimensiones: social, medioambiental y bancaria. Este escenario se ejecutó utilizando el plan que se exhibe en la imagen siguiente.

Figura 10

Esquema de la evaluación de riesgos bioticos.



Nota. Fuente es la “Guía de Evaluación de Riesgos Bioticos”, MINAM (2010).

- **Formulación de escenarios:** Tras la identificación de cada peligro potencial en la región de estudio, se desarrollarán varios escenarios de peligro para cada uno de ellos. En estas situaciones, la probabilidad y la gravedad de las posibles resultados se evaluarán utilizando el formato que se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 5

Formulación de escenarios.

Tipología de peligro		Sustancia o evento	Escenario de riesgo	Causas	Consecuencias
Ubicación de la zona	Natural				
	Antrópico				
Identificar peligros	Identificar	Possible desencadenante suceso iniciador	Principales causas	Derivaciones asociadas al suceso	

Nota. Fuentes es la "Guía de Evaluación de Riesgos Bioticos", MINAM (2010).



3.5.2. Metodología para el objetivo dos: Determinar el nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos.

- Para ello, se transportaron muestras al Laboratorio de Calidad de U.A.N.C.V. Juliaca, y se realizó la caracterización utilizando la rutina de monitoreo de aguas superficiales.
- Tomando las acciones que se indican a continuación:
- El segundo paso es la evaluación, que implica dar a cada riesgo ambiental presente en la región de indagación una probabilidad de ocurrencia, así como una estimación de la gravedad de los resultados.
- Estimación de la probabilidad: Utilizando la información que figura en los cuadros siguientes, se da un valor de posibilidad de ingeniosidad a cada riesgo reconocido en la zona de indagación durante la fase de evaluación.

Tabla 6*Rangos de probabilidad.*

ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD		
Valor	Probabilidad	Descripción
5	Muy probable	Mayor a una vez a la semana.
4	Altamente probable	Mayor a una vez a la semana y menor a una vez al mes.
3	Probable	Mayor una vez al mes y menor a una vez al año.
2	Posible	Mayor una vez al año y menor a una vez cada 5 años.
1	Poco probable	Mayor una vez cada 5 años.

- **Estimación de la gravedad de las consecuencias:** Este componente examina los efectos o resultados negativos que cada acto produce en los tres entornos (socioeconómico, poblacional y ecológico) del área de indagación. A continuación, se presenta la receta para determinar el valor de los muebles, junto con la tabla de evaluación de efectos típica de los tres escenarios.

Tabla 7*Estimación de la gravedad de la consecuencia.*

GRAVEDAD	LIMITES DEL ENTORNO	FACTOR VULNERABLE
Entorno Humano	= Cantidad + 2x Peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno Ecológico	= Cantidad + 2x Peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno Socioeconómico	= Cantidad + 2x Peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

Nota. Fuente es la "Guía de Evaluación de Riesgos Bioticos", citado por MINAM (2010).



En donde:

- Cantidad: Es el número probable que indica la proporción en que la sustancia productora de riesgo supera la Norma de Calidad Ambiental, o NCA.
- El término «peligro» describe el nivel de daño causado a personas, animales, plantas y otros elementos.
- El término «alcance» describe la separación entre la región afectada y el lugar del posible incumplimiento.
- Calidad medioambiental: Se tienen en cuenta el efecto y la reversibilidad potencial.
- Población afectada: El número aproximado de individuos afectados.
- La valoración de la herencia económica y social se conoce como patrimonio y capital productivo.
- - Determinación de los rangos límites de los ambientes: A partir de los escenarios presentados para cada ambiente, se continúa con la determinación de la cantidad, extensión, peligro y factor de susceptibilidad del ambiente.

Establecer los rangos de los límites de los ambientes: A partir de los escenarios expuestos para cada ambiente, se avanza en la determinación del monto, alcance, riesgo y elemento susceptible en función del ambiente en estudio.

Los valores a asignar al monto se muestran en el siguiente cuadro, el cual fue modificado en base a la Guía Metodológica del Ministerio del Ambiente (MINAM) Para indicar el descriptor de caantidad se podría utilizar toneladas o el porcentaje de exceso sobre la norma autorizada.

Tabla 8

Valoración de las consecuencias del descriptor cantidad.

Valor	Cantidad (t)	Porcentaje de exceso de la normativa aprobada o referencial
4	Muy Alta > 500	Desde 100% a más
3	Alta 50 – 500	Desde 50% y menor de 100%
2	Poca 5 – 49	Desde 10% y menor de 50%
1	Muy Poca <5	Mayor a 0% y menor de 10%

Tabla 9

Valoración y rangos de las consecuencias.

Valor	Extension (Km)	Peligrosidad
4	Muy extenso Radio > 1 Km	Muy elevada (Irreversible y de gran magnitud)
3	Extenso Radio hasta 1 Km	Alta (Irreversible y de mediana magnitud)
2	Poco extenso Radio < 0.5 Km (Zona emplazada)	Medio (Reversible y de mediana magnitud)
1	Puntual Área afectada (zona delimitada)	Bajo (Reversible y de baja magnitud)

Tabla 10

Entorno Poblacional.

Entorno Humano.

Población afectada (personas)		
4	Muy alto	>100
3	Alto	50 – 100
2	Bajo	5 – 50
1	Muy bajo	<5

Tabla 11

Entorno Ecológico.

Calidad del medio		
4	Muy elevada	Graves perjuicios: Explotación descontrolada de recursos naturales y una alta polución
3	Elevada	Significativos perjuicios: Nivel elevado de explotación de recursos naturales y una polución de grado moderado
2	Media	Daños de grado medio: Explotación moderada de recursos naturales y una polución leve
1	Baja	Daños leves: Perjuicios de nivel medio: Explotación moderada de recursos naturales y una polución leve

Nota. Fuente es del “Ministerio del Biotico”, citado por MINAM (2018).

Tabla 12

Entorno Socioeconómico.

Patrimonio y capital productivo		
4	Muy Alto	Letal: Extinción total de la entidad recibidora. Sin capacidad productiva ni distribución de recursos. Sin producción y nula colocación de recursos.
3	Alto	Agudo: Pérdida significativa del receptor. En situaciones de pérdida parcial pero aguda del recibidor. Diminutamente productiva.
2	Bajo	10% y 20% del recibidor. Se emplea en situaciones de insuficientes pérdidas directas del receptor.
1	Muy Bajo	Pérdida de entre el 1% y 2% del recibidor. Escenarios con efectos no fácilmente cuantificables. Alta productividad

Tabla 13

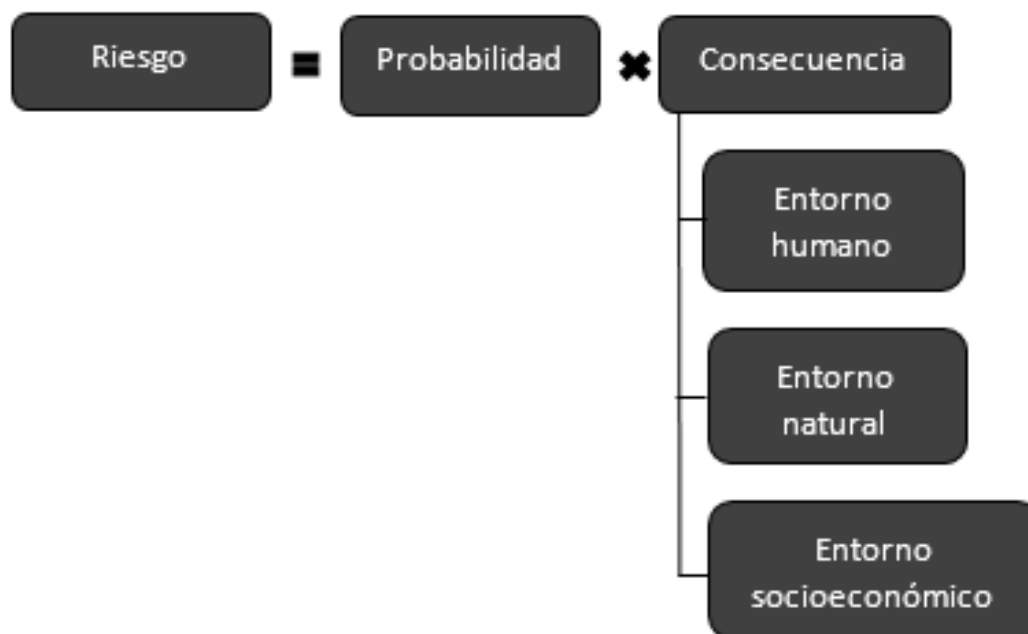
Valoración de los escenarios identificados.

VALORIZACION		
Critico	18 – 20	5
Grave	15 – 17	4
Moderada	11 – 14	3
Leve	8 – 10	2
No relevante	5 – 7	1

Nota. Tomado del "Ministerio del Biotico", citado por MINAM (2018).

Figura 11

Estimación del riesgo ambiental.



Nota. Tomado del “Ministerio del Biotico”, citado por MINAM (2018).

Tabla 14

Escala de estimación del riesgo.

		Valor	Equivalencia	Promedio
		matricial	porcentual (%)	(%)
	Riesgo significativo	16 – 25	64 – 100	82
	Riesgo moderado	6 – 15	24 – 60	42
	Riesgo leve	1 – 5	1 – 20	10.50

- **Caracterización del riesgo:** Esta etapa, que se completa porcentualmente para cada entorno, es la última fase de la valoración de riesgos medioambientales. Se realiza sumando los valores de los distintos



entornos, y el resultado determina si el riesgo es significativo, bajo o templado.

Fórmula para hallar la caracterización del riesgo:

$$CR = \frac{\text{Entorno Humano (\%)} + \text{Entorno Ecológico (\%)} + \text{Entorno Socioeconómico(\%)}}{3}$$

3.5.3. Metodología para el objetivo tres: Determinar el nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros bacteriológicos.

En referencia a este objetivo se realizó la caracterización de las aguas en el aspecto bacteriológicas de las aguas de la bahía del lago Titicaca a consecuencia de las vertidos de aguas servidas y los procedimientos se llevaron a cabo al igual que el objetivo específico dos.



CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados objetivo 01: Identificar las fuentes de emisión clandestina que están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno.

En base al diagnóstico que se realizó en la bahía del lago Titicaca, en el distrito de Puno, se consiguió detectar las siguientes fuentes:

a. Vertimiento de Aguas Servidas:

Se observo el vertimiento de 06 fuentes de contaminación de aguas servidas al Lago Titicaca, las cuales se exhiben ubicadas en las siguientes coordenadas:

Tabla 15

Identificación de los puntos de vertimiento de aguas servidas al Lago Titicaca.

Puntos de control	Coordenadas	
	S	W
P1	15°85'38.54"	69°99' 77.61"
P2	15°85'00.09"	70°00' 78.87"
P3	15°84'36.00"	70°01' 32.17"
P4	15°83'70.37"	70°01' 40.16"
P5	15°82'99.62"	70°01' 39.63"
P6	15°82'58.60"	70°00' 25.05"

Nota. Los puntos fueron determinados por el investigador y en base a la observación del investigador



De acuerdo a la tabla 15, se evidencia que se encontró 06 vertimientos de aguas servidas situados en la bahía del lago Titicaca, a continuación, se describo cada uno de los puntos de control:

- **P1:** Se encuentra ubicada en la parte posterior de la laguna de oxidación el eespinar que vierte las aguas servidas tratadas, pero aun en condiciones de vertimiento inadecuados.
- **P2:** Se encuentra ubicado al margen derecho de la laguna de oxidación donde se están vertiendo las aguaas en forma directa al lago Titicaca, cabe mencionar que existe una especie de planta de depuracion en dicho lugar pero que esta inoperativo y dichas aguas pasan directamente al lago.
- **P3:** Este punto se encuentra a la altura del muelle del barrio Laykakota donde se observa un vertimiento por parte de los lancheros y puestos de venta que existen en esos lugares.
- **P4:** Se encuentra a la altura del muelle principal donde existe diferentes tipos de negocios y a la vez cabe mencionar que existe baños públicos y dichas aguas son vertidas directamente al lago Titicaca.
- **P5:** Este punto se encuentra a la altura de la universidad naacional del altiplano y se observa un pequeño flujo de aguas servidas.
- **P6:** Se encuentra a la altura del barrio san José donde existe múltiples negocios y de las cuales se observa el vertimiento de aguas servidas.

Identificación de peligros.

Tabla 16

Identificación de peligros en el lago Titicaca.

Factor	Humano	Ecológico	Socioeconómico
Causa	Vertimiento de aguas servidas al Lago Titicaca.	Alteración del paisaje.	La gestión de las aguas servidas no forma parte de una gestión integrada de recursos hídricos. Pérdida turismo receptivo
	Antropico	Deterioro de la calidad del recurso hídrico del Lago Titicaca.	Efectos adversos en la calidad ambiental del Lago Titicaca. Bajos ingresos económicos por la disminución pecuaria. Incremento de costo de vida en el ámbito
Efecto	Deterioro ambiental del Lago Titicaca	Modificación del paisaje natural del ámbito	

Determinación de escenarios de riesgo.

Los siguientes datos se obtuvieron recopilando información sobre la región de indagación del lago Titicaca teniendo en cuenta factores como el examen visual, la recopilación de datos y la revisión bibliográfica:

- **Características del ámbito.** – Según una indagación de Camilo (2017) de la Universidad de Barcelona en 2014, que fue realizada por el ecotoxicólogo Mario Monroy, el estado actual de la bahía del lago Titicaca consta de seis puntos de vertido de aguas servidas al lago.
- **Referencias del estudio.** - Cuatro especies de peces del Titicaca contienen niveles de mercurio, zinc, cadmio y cobre superiores a los reconocidos para el consumo poblacional, pero que son consumidos por los lugareños. La indagación también descubrió que el agua del lago tiene un contenido significativo de plomo, lo que la hace insegura para el consumo poblacional. La ingestión de desechos de metales pesados

puede provocar enfermedades como anemia, problemas digestivos, osteoporosis y problemas mentales, entre otras.

- **Situación actual.** - La fauna y la flora del lago Titicaca están sufriendo las consecuencias del vertido de aguas servidas en la bahía interior. Estas aguas servidas huelen a cloaca y tienen un tono verde plomizo. Sin embargo, el lago Titicaca muestra un nivel de vulnerabilidad significativo. A medio y largo plazo, esta condición aumenta la carga contaminante del masa receptor del lago Titicaca. También hay actividades de acuicultura.
- **Relaciones públicas.** - Organismo gubernativo: Municipalidad Distrital y regional de Puno.

Formulación de escenario:

En la tabla 17, se exhibe la formulación de escenas de riesgo para el peligro de derrame de aguas servidas.

Tabla 17

Formulación de escenarios de riesgo en el lago Titicaca.

Tipología de peligro		Sustancia o evento	Escenario de riesgo	Causas	Consecuencias
Ubicación zona:	Natural	Vertimiento de aguas servidas y servidas	Encuentro de las aguas servidas con las aguas del Lago Titicaca.	1. Deficiente gestión del vertimiento adecuado de aguas servidas. 2. Falta de control sobre los vertimientos clandestinos de las aguas servidas al Lago Titicaca.	Contaminación de las aguas del Lago Titicaca.
	Antropico				
Lago Titicaca - Puno	X				

4.1.2. Resultados objetivo 02: Determinar el nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos.

Tabla 18

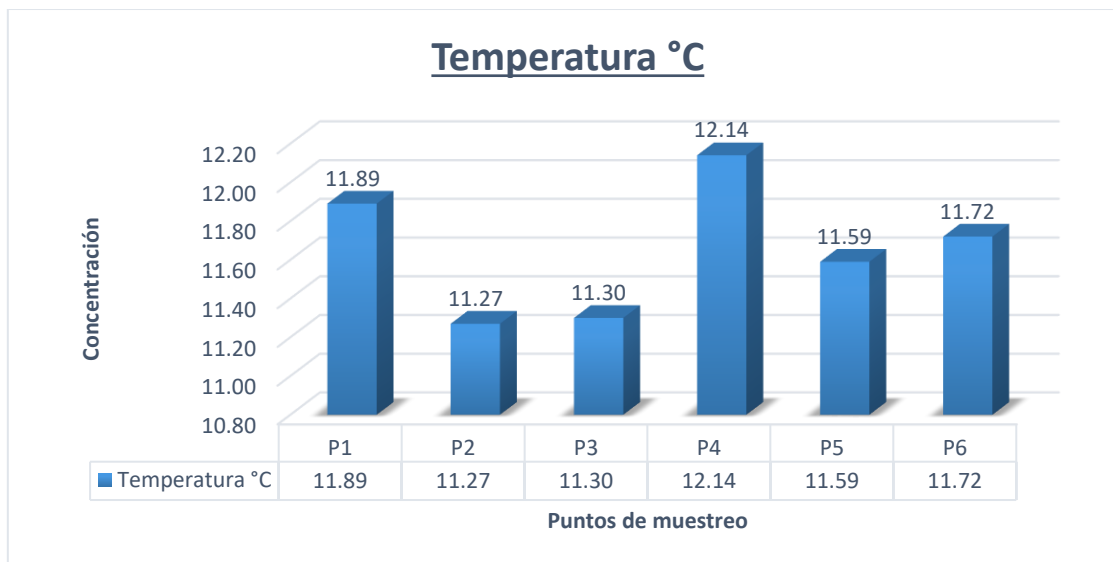
Monitoreo de control de parámetros fisicoquímicos en el masa receptora de Lago Titicaca.

N°	Parámetro	Unidad	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ECA - C4
1	Temperatura	°C	11.89	11.27	11.30	12.14	11.59	11.72	Δ 3
2	pH	-	8.72	8.80	8.86	8.89	8.76	8.71	6.5 a 9.0
3	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	1250.0	1240.0	1220.0	1240.0	1220.0	1250.0	≤ 25
4	Aceites y grasas	mg/l	5.0	5.21	4.97	5.32	5.00	5.30	5
5	Nitratos	mg/l	3.0	3.10	2.90	3.20	3.10	2.90	13
6	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	5.98	6.30	5.97	6.58	6.85	6.97	5

En la tabla 18, se exhiben los resultados de los parámetros de campo (pH, Temperatura), y los de Laboratorio (sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, nitratos y demanda bioquímica de oxígeno). En donde a continuación, se exhibe la comparación de cada parámetro en los 06 puntos de control, en base de su contenido y la normativa ECA Agua Categoría C4-E1.

Figura 12

Contenido de la temperatura en los 06 puntos de control en el Lago Titicaca, Puno.

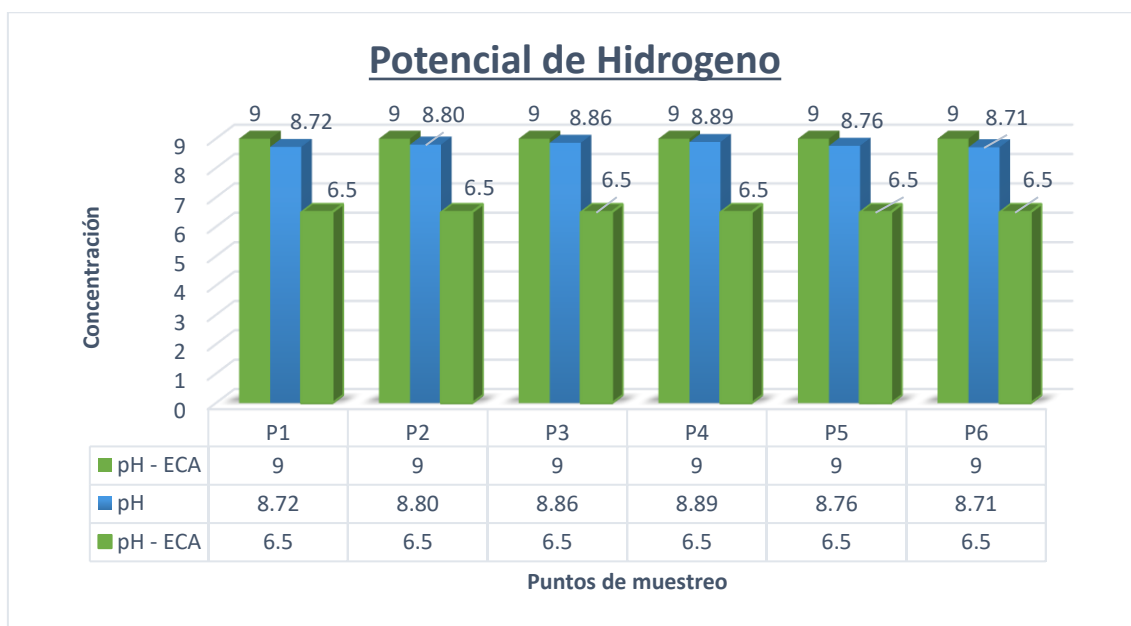


La figura 12, se observa la contenido de la temperatura en los 06 puntos de control en el Lago Titicaca en la ciudad de Puno, en donde en el P1 se observa una temperatura de 11.89°C, en el P2 se observa una temperatura de 11.27°C, en el P3 se observa una temperatura de 11.30°C, en el P4 se observa una temperatura de 12.14°C, en el P5 se observa una temperatura de 11.59°C y en el P6 se observa una temperatura de 11.72°C. Se certeza que la temperatura en los seis puntos de control oscila de 11.27 °C a 12.14°C lo que da a entender que el agua se encuentra en un rango moderadamente frío, común en cuerpos hidricanaturales como lagos, ríos o acuíferos en regiones de clima templado o durante estaciones frías. Este rango de temperatura puede influir en la solubilidad de gases como el oxígeno, favoreciendo una mayor oxigenación del agua, lo que es beneficioso para muchas especies acuáticas. Sin embargo, temperaturas en este rango también pueden limitar la actividad biológica de

ciertos organismos, ya que algunos peces, microorganismos y plantas acuáticas requieren temperaturas más cálidas para un óptimo desarrollo.

Figura 13

Contenido del Potencial de Hidrogeno en los 06 puntos de control en el Lago Titicaca, Puno.



En la figura 13, se exhibe el contenido del Potencial de Hidrogeno en los 06 puntos de control en el Lago Titicaca de la ciudad de Puno, en el cual se resalta una contenido mínima de 8.71 en el punto de control 06 (P6) el cual se encuentra a la altura del barrio san José donde existe múltiples negocios y de las cuales se observa el vertimiento de aguas servidas; en cuanto al valor encontrado fue de 8.89 en el punto de control 04 (P4) el cual se encuentra a la altura del muelle principal donde existe diferentes tipos de negocios y a la vez cabe mencionar que existe baños públicos y dichas aguas son vertidas directamente al lago Titicaca. No obstante, los valores se exhiben dentro del rango cumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 4:

Subsistencia del biotico acuático, sub categoría E1 Lagunas y lagos. Estos valores dan a entender que el agua es ligeramente alcalina, es decir, tiene un valor por encima de 7, que es el punto neutro en la escala de pH. Este nivel de alcalinidad puede deberse a la aspecto de minerales disueltos, como carbonatos y bicarbonatos, que son habituales en cuerpos hidricade alta altitud y en zonas con suelos ricos en dichos compuestos.

Figura 14

Contenido de los Sólidos Suspendidos Totales en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.

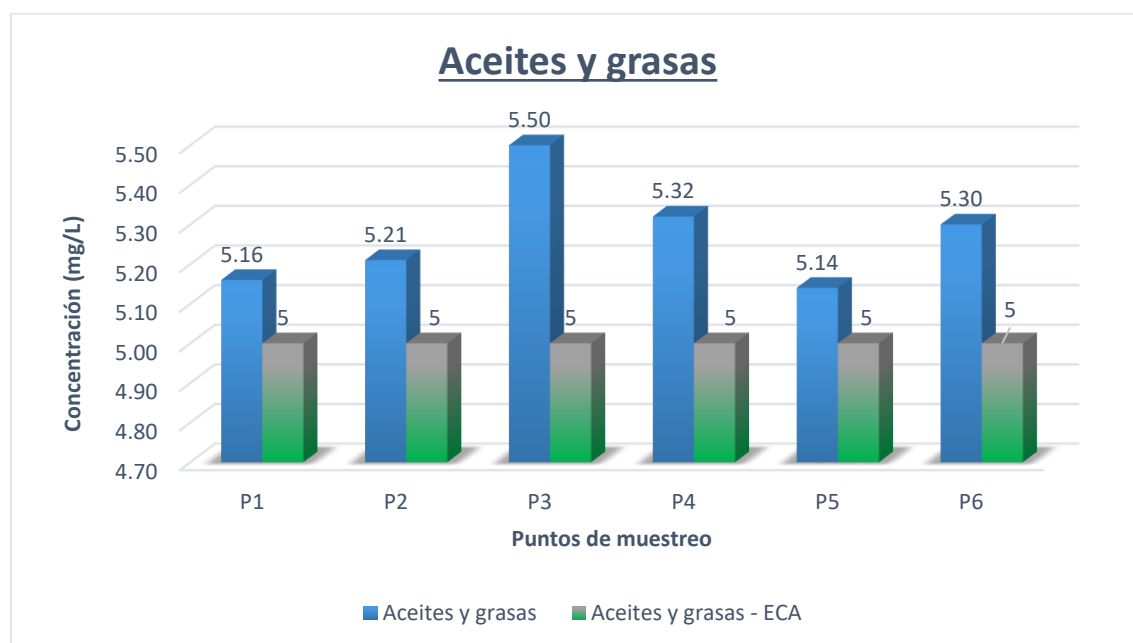


En la figura 14, se observa la contenido de los Sólidos Suspendidos Totales en los 06 puntos de control del Lago Titicaca de la ciudad de Puno, en donde se observa una contenido mínima de 1220 mg/L en los puntos 02 y 05 (P2 y P5) y una contenido máxima de 1250 mg/L en los puntos 01 y 06 (P1 y P6), estos valores encontrados se exhiben por encima de los (ECA) para Agua, Categoría 4: Conservación del biotico acuático, sub categoría E1 Lagunas y lagos, el cual nos da un valor de ≤ 25 mg/L. Lo que significa una alta contenido de partículas

sólidas, como sedimentos, materia orgánica, desechos industriales o agrícolas, y otros contaminantes, que no se disuelven en el agua y permanecen en suspensión. Estos niveles son elevados y pueden conmovir negativamente la calidad hídrica, reduciendo la transparencia, alterando los procesos de fotosíntesis de plantas acuáticas y afectando la fauna que depende de un biótico limpio. Además, concentraciones altas de SST pueden ser indicativas de contaminación por erosión del suelo o vertidos industriales y urbanos, lo que implica un mayor riesgo para el ecosistema del lago y las especies que lo habitan.

Figura 15

Contenido de aceites y grasas en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.

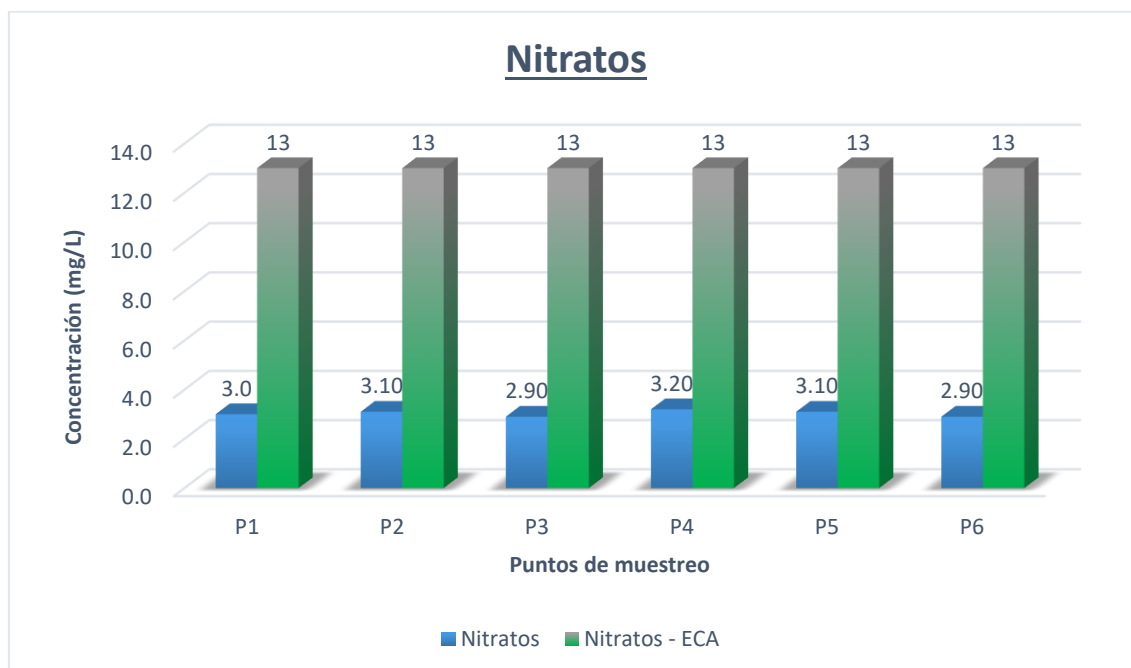


En la figura 15, se exhibe el contenido de aceites y grasas en los 06 puntos de control del Lago Titicaca de la ciudad de Puno, en donde se observa un contenido mínimo de 5.14 mg/L en el punto 05 (P5) y un contenido máximo de

5.50 mg/L en el punto 03 (P3) estos valores encontrados se exhiben por encima de los (ECA) para Agua, , el cual nos da un valor de 5 mg/L. Los valores encontrados dan a entender una contaminación significativa, generalmente asociada a vertidos industriales, domésticas o actividades recreativas que involucran hidrocarburos y grasas animales o vegetales. Estos niveles pueden formar una película superficial que reduce la cesión de oxígeno entre el aire y el agua, afectando la respiración de organismos acuáticos y alterando la calidad del ecosistema. Además, la acumulación de aceites y grasas puede afectar la fauna acuática, en especial a aves y peces, y reducir la estética y uso recreativo del lago, comprometiendo su salubridad ambiental y sus recursos naturales.

Figura 16

Contenido de nitratos en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.

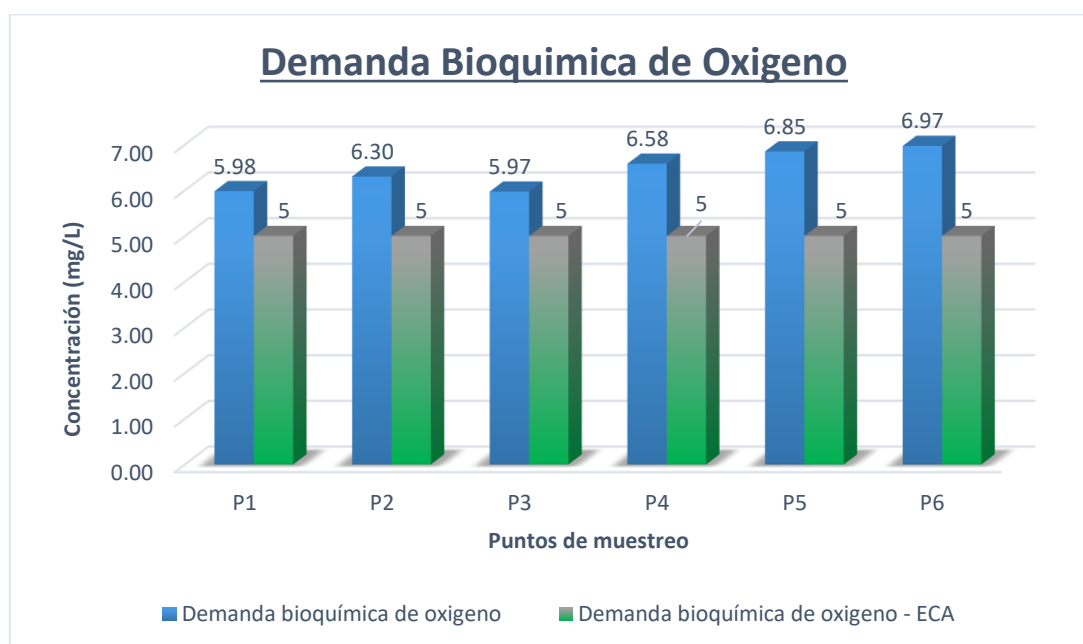


En la figura 16, se observa la contenido de nitratos en los 06 puntos de control del Lago Titicaca de la ciudad de Puno, en donde se observa una contenido mínima de 2.90 mg/L en el punto 03 (P3) y una contenido máxima de 3.20 mg/L en el punto 04 (P4) estos valores encontrados se exhiben por debajo de los

(ECA) para Agua, , sub categoría E1 Lagunas y lagos, el cual nos da un valor de 13 mg/L. Lo que da a entender una leve a moderada contaminación por compuestos nitrogenados, que generalmente provienen de fuentes como el uso excesivo de fertilizantes en áreas agrícolas cercanas, vertidos de aguas servidas o descomposición de materia orgánica. Aunque estos niveles aún no son críticos, pueden contribuir al proceso de eutrofización, que es el crecimiento enorme de algas y plantas acuáticas, lo que reduce el oxígeno disponible en el agua y afecta negativamente a la biodiversidad acuática.

Figura 17

Contenido de la DBO5 en los 06 puntos de control del Lago Titicaca, Puno.



En la figura 17, se exhibe el contenido de la DBO5 en los 06 puntos de control del Lago Titicaca de la ciudad de Puno, en donde se observa un contenido mínimo de 5.97 mg/L en el punto 03 (P3) y un contenido máximo de 6.97 mg/L en el punto 06 (P6) estos valores encontrados se exhiben por encima de los (ECA) para Agua, , sub categoría E1 Lagunas y lagos, el cual nos da un valor de 5 mg/L. De acuerdo, a los valores contradictorios en los puntos de control indica



un nivel moderado de contaminación armónica, lo que irradia la cantidad de oxígeno que los microbio requieren para descomponer la materia orgánica presente en el agua en un periodo de cinco días. Estos valores sugieren que hay una presencia significativa de compuestos orgánicos, posiblemente provenientes de vertidos de aguas servidas domésticas, agrícolas o industriales. Una DBO5 en este rango puede afectar los niveles de oxígeno disuelto en el agua, reduciendo la disponibilidad de oxígeno para los organismos acuáticos, como peces y plantas, lo que puede provocar condiciones de estrés ambiental y afectar la salubridad del ecosistema del lago.

Tabla 19

Definición de fuentes de peligro en control de parametros que exceden los ECA agua Categoría 4-E1.

Tipología de Peligro	Causa físico Químico														DS No.004-2017- MINAM
	Sustancia		Tipo		Peligrosidad							Volumen y/o Contenido Monitoreada			
	Parámetro	Unidad de medida	MP	R	Mi	Mt	Ei	Exp	Inf	Cor	Com	Otro	Mínimo	Máxima	Categoría 4 -E1
Antrópico (agua)	Temperatura	°C		X								X	11.27	12.14	Δ 3
	Potencial de hidrogeno(pH)	Unidad de pH		X								X	8.71	8.89	6.5 a 9.0
	Solidos Suspendidos Totales	mg/L		X								X	1220	1250	≤ 25
	Aceites y grasas	mg/L		X								X	5.14	5.50	5
	Nitratos	mg/L		X								X	2.90	3.20	13
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L		X								X	5.97	6.97	5

Evaluación de riesgos bióticos para cada entorno:

El porcentaje de excedencia en correlación a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua se calcula para determinar cuánto sobrepasa un contenido medido respecto al valor límite permitido por el ECA. La fórmula general para calcularlo es:

$$\text{Porcentaje de Excedencia} = \left(\frac{\text{Valor medido} - \text{Valor ECA}}{\text{Valor ECA}} \right) * 100$$

Donde:

- **Valor Medido:** Es la contenido del contaminante encontrada en el agua (por ejemplo: pH, SST, nitratos, DBO5, sólidos suspendidos, etc.).
- **Valor ECA:** Es el límite determinado por el Estándar de Calidad Ambiental para ese contaminante en particular.

Tabla 20

Porcentaje de excedencia de los parámetros fisicoquímicos del lago Titicaca en función a los ECA agua C4- E1.

Parámetro	Unidad	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ECA - C4
pH	-	8.72	8.80	8.86	8.89	8.76	8.71	6.5 a 9.0
% de excedencia		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1250.0	1240.0	1220.0	1240.0	1220.0	1250.0	≤ 25
% de excedencia		4900	4860	4780	4860	4780	4900	
Aceites y grasas	mg/L	5.16	5.21	5.50	5.32	5.14	5.30	5
% de excedencia		3.2	4.2	10.0	6.4	2.8	6.0	
Nitratos	mg/L	3.0	3.10	2.90	3.20	3.10	2.90	13
% de excedencia		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5.98	6.30	5.97	6.58	6.85	6.97	5
% de excedencia		19.6	26.0	19.4	31.6	37.0	39.4	

La tabla 20, muestra el porcentaje de excedencia de los parámetros fisicoquímicos del lago Titicaca en base a los (ECA) Conservación del biótico



acuático, sub categoría E1 Lagunas y lagos. A continuación, se observa los siguientes % de excedencia para cada parámetro analizado:

- **Potencial de hidrogeno:** De acuerdo al valor permitido por el ECA para agua CAT. 4 – E1 es de 6.5 a 9.0, los valores derivados se exhiben dentro del rango establecido, por lo que **NO HAY** excedencia, ya que el valor medido está dentro del límite permitido. El porcentaje de excedencia solo se calcula cuando el valor medido supera el valor del ECA. En este caso, los resultados encontrados se exhiben por debajo de 9.0, por lo que no hay excedencia y, por lo tanto, el porcentaje de excedencia es **0%**.
- **Solidos Suspendidos Totales:** Para el presente parámetro el valor establecido por los ECA para agua CAT. 4 – E1 es de ≤ 25 mg/L, de acuerdo a los valores medidos se encontró un % de excedencia mínimo de 4860 y un máximo de 4900, indica que las muestras analizadas superan los límites permitidos por la normativa ambiental. Esto significa que una proporción significativa de las muestras hidricapresenta concentraciones de SST que exceden lo establecido, lo que plantea preocupaciones sobre la calidad Hidricay sus posibles
- **Aceites y grasas:** Para el presente parámetro el valor establecido por los ECA para agua CAT. 4 – E1 es de 5 mg/L, de acuerdo a los valores medidos se encontró un % de excedencia mínimo de 2.8 y un máximo de 10, el valor encontrado indica que las muestras contienen concentraciones de aceites y grasas superiores a lo permitido, lo cual puede afectar la calidad del agua, impactar negativamente los ecosistemas acuáticos y generar riesgos para la salubridad pública y la biodiversidad en el lago.



- **Nitratos:** Para el presente parámetro el valor establecido por los ECA para agua CAT. 4 – E1 es de 13 mg/L, de acuerdo a los valores derivados, estos se exhiben dentro del rango establecido, por lo que **NO HAY** excedencia, ya que el valor medido está dentro del límite permitido. En este caso, el porcentaje de excedencia es **0%** porque no se ha superado el valor establecido por el ECA.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Para el presente parámetro el valor establecido por los ECA para agua CAT. 4 – E1 es de 5 mg/L, de acuerdo a los valores medidos se encontró un % de excedencia mínimo de 19.4 y un máximo de 39.4, el valor encontrado indica que los niveles de DBO5 están por encima de la norma aceptable, lo que sugiere una contaminación orgánica y una posible afectación a la calidad del agua.

A. ENTORNO POBLACIONAL:

Estimación de la gravedad de las consecuencias para el entorno poblacional.

Para determinar el alcance de los efectos sobre el medio ambiente poblacional, el valor del escena en este caso se estima utilizando los parámetros fisicoquímicos que no cumplen las Normas de Calidad Ambiental (NCA) para el Agua, Categoría 4: Conservación de la Biología Acuática, subcategoría E1 Lagunas y Lagos.

Sólidos Suspendedos Totales:

Tabla 21

Valoración de la consecuencia de los Sólidos Suspendidos Totales del lago Titicaca, para el Entorno Poblacional.

Valoración de consecuencias					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Población afectada	Gravedad	Valor asignado
4	$2 \times 4 = 8$	4	4	20	5

INTERPRETACION:

- La Tabla 8 clasifica los Sólidos Suspendidos Totales como «muy altos», con una calificación de 4 ya que el mayor porcentaje de superación fue de 4900.
- Dado que el efecto de los sólidos en suspensión totales se considera «Muy alto», se asigna un valor de 4 al atributo «Peligrosidad».
- Dado que la distancia recorrida supera un kilómetro, se asigna al atributo «Extensión» un valor de 4. Esta clasificación se considera «Muy extensa».
- - Dado que hay más de 100 personas potencialmente impactadas (la población del distrito de Puno), a la descripción «Población afectada» se le asigna un valor de 4, por lo que es «Muy Alta».
- Se obtiene un valor de 20 cuando se calcula el resultado de gravedad utilizando el procedimiento indicado en el cuadro 7. El cuadro 13 indica que a este resultado se le ha dado un valor de 5, lo que se considera una evaluación crítica.

Aceites y grasas:**Tabla 22**

Valoración de la consecuencia de aceites y grasas del lago Titicaca, para el Entorno Poblacional.

Valoración de consecuencias					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Población afectada	Gravedad	Valor asignado
4	$2 \times 4 = 8$	4	4	20	5

Después de aplicar la fórmula especificada en la tabla 7 para calcular el resultado de la gravedad se obtuvo un valor de 14. Conforme a la tabla 13 se asigna un valor de 3 a este resultado, considerándose una valoración moderada.

Demanda Bioquímica de Oxígeno:**Tabla 23**

Valoración de la consecuencia de la DBO5 del lago Titicaca, para el Entorno Poblacional.

Valoración de consecuencias					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Población afectada	Gravedad	Valor asignado
4	$2 \times 4 = 8$	4	4	20	5

Después de aplicar la fórmula desarrollada en la tabla 7 para calcular el resultado de la gravedad se obtuvo un valor de 14. Conforme a la tabla 13 se asigna un valor de 3 a este resultado, considerándose una valoración moderada.

Tabla 24

Gravedad de consecuencias de los parametros fisico-quimico para el Entorno Poblacional.

Parámetro	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada	Gravedad	Valor asignado	Valor
SST	4	8	4	4	20	5	Critico
Aceites y grasas	2	4	4	4	14	3	Moderado
DBO5	2	4	4	4	14	3	Moderado

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Riesgo} = 5 \times 5$$

$$\text{Riesgo} = 25$$

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Riesgo} = 5 \times 3$$

$$\text{Riesgo} = 15$$

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Riesgo} = 5 \times 3$$

$$\text{Riesgo} = 15$$

Tabla 25

Estimación del riesgo ambiental en el entorno poblacional.

		Gravedad del entorno				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2					
	3					
	4					
	5			E2 y E3		E1



Riesgo significativo 16-25

Riesgo moderado 6-15

Riesgo leve 1-5

B. ENTORNO NATURAL O ECOLOGICO:

Estimación de la gravedad de las consecuencias para el Entorno Natural.

Dada la gravedad de los efectos sobre el medio ambiente, el valor del escenario encontrado en este caso se estima a partir de los parámetros físico-químicos que no cumplen las Normas de Calidad Ambiental (NCA) para el Agua, Categoría 4: Conservación de la Biología Acuática, subcategoría E1 Lagunas y Lagos.

Sólidos totales en suspensión:**Tabla 26**

Valoración de la consecuencia de los Sólidos Suspendidos Totales del lago Titicaca, para el Entorno Natural.

Valoración de consecuencias					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Población afectada	Gravedad	Valor asignado
4	$2 \times 4 = 8$	4	4	20	5

INTERPRETACION:

- - Cantidad: Los Sólidos Suspendidos Totales tienen una calificación de 4, considerada «muy alta» en la tabla 8, ya que el mayor porcentaje de excedencia fue de 4900.
- - Peligrosidad: Dado que el grado de influencia de los sólidos en suspensión totales en el medio natural es «Muy alto», lo que significa que existe un daño permanente y una magnitud significativa, a la descripción «Peligro» se le asigna un valor de 4.

- - Extensión: Dado que la distancia recorrida es superior a un kilómetro, se asigna a «Extensión» un valor de 4. Esta clasificación se considera «Muy extensa».
- - Calidad medioambiental: La región impactada (Lago Titicaca) se clasifica como «Alta» en la Tabla 11 con un valor de 3 para el descriptor Calidad del medio ambiente.

Cuando se estimó la gravedad de la consecuencia utilizando la metodología de la tabla 7, se obtuvo un valor de 19; la tabla 13 asigna un valor de 5 a este resultado, que se considera crítico. Tras el análisis, pasamos a la probabilidad de ocurrencia. En este caso, la tabla 6 asigna un valor de probabilidad de 5 -muy probable- porque el evento ocurre más de una vez por semana debido a la descarga de aguas servidas en la bahía del lago Titicaca.

Aceites y grasas:

Tabla 27

Valoración de la consecuencia de aceites y grasas del lago Titicaca, para el Entorno Natural.

Valoración de consecuencias					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Población afectada	Gravedad	Valor asignado
4	$2 \times 4 = 8$	4	4	20	5

Tras la aplicación del algoritmo de la tabla 7 para determinar la gravedad de la consecuencia, se obtuvo un valor de 13; la tabla 13 asigna un valor de 3, que se considera grave. Tras el análisis, pasamos a la posibilidad de ocurrencia. En este caso, la tabla 6 asigna un valor de probabilidad de 5 -muy probable- porque el

evento ocurre más de una vez por semana debido a la descarga de aguas servidas en la bahía del lago Titicaca..

Demanda Bioquímica de Oxígeno:

Tabla 28

Valoración de la consecuencia de la DBO5 del lago Titicaca, para el Entorno Natural.

Valoración de consecuencias					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Valor asignado
2	2 x 2 = 4	4	3	13	3

Tras la aplicación del algoritmo de la tabla 7 para determinar la gravedad de la consecuencia, se obtuvo un valor de 13; la tabla 13 asigna un valor de 3, que se considera grave. Tras el análisis, pasamos a la probabilidad de ocurrencia. En este caso, el valor de probabilidad que se le asigna es de 5 - Muy Probable, como lo muestra la tabla 6, ya que el evento ocurre más de una vez por semana debido a una descarga de aguas servidas en el puerto del Lago Titicaca.

Tabla 29

Gravedad de consecuencias de los parametros fisico-quimico para el Entorno natural.

Parámetro	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad	Gravedad	Valor asignado	Valor
				del medio			
SST	4	8	4	3	19	5	Critico
Aceites y grasas	2	4	4	3	13	3	Moderado
DBO5	2	4	4	3	13	3	Moderado



Estimación del riesgo ambiental para el Entorno Natural.

Los siguientes peligros bióticos para el medio natural fueron calculados para los tres parámetros que fueron superiores al agua C4-E1 del ECA:

Sólidos Suspendidos Totales (E1), A los Sólidos Suspendidos Totales (E1) se les dio un valor de 5, o «Muy Probable», basado en la tabla 6 de rangos de estimación probabilística. Esto se debió a que el evento, que implica el vertido de aguas servidas en el puerto del lago Titicaca, se produce a menudo durante la semana. El resultado final es una evaluación de la posibilidad y los efectos en el entorno natural.

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Riesgo} = 5 \times 5$$

$$\text{Riesgo} = 25$$

Aceites y Grasas (E2A Aceites y Grasas (E2) se le dio una calificación de 5, o «Muy Probable», basándose en el rango de estimación probabilística mostrado en la Tabla 6. Ello se debe a que el vertido de aguas servidas en el puerto del lago Titicaca es un hecho frecuente que se produce muchas veces durante la semana. Debido a la

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Riesgo} = 5 \times 3$$

$$\text{Riesgo} = 15$$



4.2. Discusiones

Con respecto, a la identificación de las fuentes de emisión clandestinas que están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno, en la presente indagación se logró identificar un factor antrópico, en el Entorno Poblacional la causa fue el vertimiento de aguas servidas al Lago Titicaca, cuyo efecto es el deterioro ambiental del Lago Titicaca, en el Entorno Natural/Ecológico la causa fue la alteración del paisaje, cuyo efecto fue el deterioro de la calidad del recurso hídrico del Lago Titicaca y la reforma del paisaje natural del ámbito; finalmente en el Entorno Socioeconómico la causa fue la Falta de gestión de las aguas servidas no forma parte de una gestión integrada de recursos hídricos, teniendo como efectos adversos en la calidad ambiental del Lago Titicaca y los bajos ingresos bancarios por la disminución pecuaria. Incremento de costo de vida en el ámbito. No obstante, Carhuas & Olarte (2021) en su trabajo de indagación tuvo resultados análogos en donde indica como enjundia o evento el vertimiento de aguas servidas, siendo el escenario de riesgo el encuentro de las aguas servidas con las aguas de la laguna de Paca, en donde las causas fueron la falta de redes de drenaje y saneamiento y por la falta de mantenimiento en la PTAR - Paca, teniendo como consecuencia la contaminación de la laguna de Paca. En ambas indagaciones vemos que el factor principal de estos problemas son las ineficiencias de las autoridades competentes que están encargadas de dichas áreas por no tomar medidas preventivas frente a esta problemática que a diario se vive en diferentes lugares del Perú.

Respecto al nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos; se llegó a los resultados una estimación de riesgo ambiental para los parámetros físico-



químicos es del 71.1%, este valor porcentual se ubica en un “RIESGO SIGNIFICATIVO” en relación a los ECA agua, En cambio, Huamán y otros (2020) en su trabajo de indagación consiguió una caracterización del riesgo MODERADA. Por otro lado, Carhuas & Olarte (2021) en su trabajo de indagación obtuvo los resultados sobre el nivel del riesgo ambiental MODERADO, con un porcentaje de 56.67%. En relación con las investigaciones mencionadas el riesgo ambiental que presentan las aguas en los lagos puede variar entre moderado y significativo debido a varios factores, como la cantidad y tipo de contaminantes, la capacidad de carga del ecosistema y la intensidad de las actividades poblacionales en las zonas circundantes. En algunos lagos, donde la carga contaminante es menor, el ecosistema tiene una mayor capacidad para absorber y procesar los contaminantes, manteniendo el equilibrio ambiental, lo que genera un riesgo moderado. Sin embargo, en otros lagos, donde existen altos niveles de contaminación por aguas servidas, fertilizantes, pesticidas, o vertidos industriales, el riesgo es más significativo, ya que el sistema acuático puede verse sobrecargado, afectando gravemente la biodiversidad, la calidad hídrica y la salubridad de las comunidades que dependen de estos recursos.

Por último, en cuanto a la valor del nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros bacteriológicos, se llegó a los resultados una estimación de riesgo ambiental para coliformes termotolerantes es del 100.00%, este valor porcentual se ubica en un “RIESGO SIGNIFICATIVO” en relación a los ECA Sin embargo, Carhuas & Olarte (2021) en su trabajo de indagación obtuvo los resultados sobre el nivel del riesgo ambiental para coliformes termotolerantes provocado por las aguas servidas vertidas en la laguna de Paca MODERADO, con una cantidad de



53.33%. El riesgo ambiental por coliformes termotolerantes en la bahía del Lago Titicaca es significativo debido a la alta contenido de aguas servidas no tratadas, vertidos clandestinas y el crecimiento urbano descontrolado en las áreas circundantes, lo que introduce grandes cantidades de bacterias fecales al lago. Estas condiciones crean un biotico propicio para la proliferación de coliformes, afectando gravemente la calidad Hidricay la salubridad pública. En otras investigaciones, donde las fuentes de contaminación son menos intensas o las aguas tienen una mayor capacidad de autodepuración, el riesgo puede clasificarse como moderado, reflejando una menor presión contaminante y mejores condiciones bioticos. La diferencia en los niveles de riesgo depende de la magnitud de las fuentes de contaminación y la vulnerabilidad del ecosistema acuático.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Basado en los resultados de la identificación de las fuentes de emisión clandestina que están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno, se llega a la conclusión que la principal fuente riesgo ambiental fue a causa del vertimiento de aguas servidas en la bahía del Lago Titicaca.

SEGUNDA: Respecto al nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos, se concluye que la estimación de riesgo ambiental para los parámetros físico-químicos es del 71.1%, este valor porcentual se ubica en un "RIESGO SIGNIFICATIVO" en relación a los ECA agua, categoría 4 (conservación del biótico acuático), subcategoría E1 (lagunas y lagos).

TERCERA: Respecto al nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros bacteriológicos, se concluye que la estimación de riesgo ambiental para coliformes termotolerantes es del 100.00%, este valor porcentual se ubica en un "RIESGO SIGNIFICATIVO" en relación a los ECA agua, categoría 4 (conservación del biótico acuático), subcategoría E1 (lagunas y lagos).

CUARTA: Finalmente, con en relación con los riesgos bióticos del lago Titicaca a consecuencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno 2024, se concluye caracterizándose en 03 entornos: Entorno poblacional 86.65%, entorno natural o



ecológico 86.65% y entorno socioeconómico 83.35%, obteniendo un riesgo ambiental del 86.55% considerándose "significativo".



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Las autoridades competentes deben monitorear y fiscalizar los recursos hídricos del Lago Titicaca y establecer un mayor control sobre la disposición e identificación de las fuentes de las vertidos formales e informales de los servicios de agua, ya que las vertidos informales están provocando el deterioro de las condiciones bióticas del masa receptora del Lago Titicaca.
- SEGUNDA:** Para obtener mejores resultados, se aconseja que los futuros investigadores realicen más estudios referentes a la evaluación del riesgo ambiental en relación a la preservación biológica en periodos de sequía y estiaje.
- TERCERA:** Para evitar la contaminación de las aguas del Lago Titicaca, se encomienda que las autoridades competentes del distrito de Puno realicen la gestión y mantenimiento de la planta de depuración hidricaservida.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accipon contra el hambre.* (12 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://accioncontraelhambre.org/es/actualidad/aguas-negras-que-son-como-pueden-depurarse>
- Alania Arce, R. (2023). *Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS) y la percepción de la población sobre la gestión de la calidad de agua, distrito de Puno, 2013 al 2023*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.
- Andrade Yucra, R. (2020). *Evaluación de la eficiencia en la planta de depuración de aguas servidas distrito de Macusani, región Puno – 2020*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.
- Apaza, Y. A. (2022). *Sistema combinado de filtro rotativo y biofiltro empacado de hydrocotyle vulgaris para el depuración de aguas servidas, Cabanillas, Puno - 2022*. Repositorio Universidad César Vallejo. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/106372>
- Arriols, E. (7 de Junio de 2024). *Ecología verde*.
- Ayala Fanola, R. M., & Gonzales Marquez, G. (2008). *Apoyo didáctico en la enseñanza – aprendizaje de la asignatura de plantas de depuración de aguas servidas*. Universidad Mayor de San Simón. Bolivia, Cochabamba.
- Bayona, D. (2016). *Evaluación de la capacidad remediadora de la especie E. Crassipes del río Chira para el depuración de aguas servidas en la planta de depuración de aguas servidas El Indio*. Repositorio Universidad Alas Peruanas. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12990/1925>



- Benitez, G. (2013). *Análisis y modelización de la inactivación de E. coli en aguas servidas*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid - España.
- Cajaleón Chuquiyaury, L. (2021). *Determinación de los parametros fisicoquimico y microbiologico de la calidad Hidrica en la laguna mancapozo, para consumo poblacional, La Esperanza, Amarilis – Huánuco agosto – noviembre 2019*. Universidad de Huánuco, Huánuco - Perú.
- Callata Tapia, F. (2015). *Monitoreo y evaluación del cuerpo hidricade la Bahía de Puno - Lago Titicaca*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú.
- Camilo Toledo, L. (2017). *Lago Titicaca: sobreviviendo en medio de la contaminación la contaminación*. Lima.
- Cantos Zambrano, H., & Delgado Mera, L. (2023). *Estudio de la actividad antrópica en la cuenca baja del río Portoviejo y su incidencia en la calidad de agua*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa - Manabí - Ecuador.
- Cantuña, A. (2019). *Evaluación de la rizofiltracion Hidrica residual del canal El Macho en la ciudad de Machala*. Repositorio Universidad Agraria El Ecuador.
doi:<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CANTU%C3%91A%20ELIZALDE%20ALEX%20MICHAEL.pdf>
- Carhuas Leonardo, L. E., & Olarte Salvador, E. L. (2021). *Evaluación de riesgos bioticos en la laguna de Paca debido a las vertidos de las aguas servidas - Jauja 2021*. Huancayo. Obtenido de file:///E:/TESIS%202023/paye/IV_FIN_107_TE_Carhuas__Olarte_2021.pdf



- Chura Cruz, R. (Enero de 2021). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-de-Bahia-interior-Puno-Figura-1-Map-of-the-inner-Puno-Bay_fig1_348900673
- Clima de Cambios*. (12 de Julio de 2019). Obtenido de <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/las-aguas-servidas-generan-sustancias-que-danan-el-medio-biotico/>
- Costa Rodriguez, C. (2021). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y bacterológicos de la calidad Hidricade efluentes del Río Chillón durante los meses enero a junio del 2019*. Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú.
- Cruz, M., Carbo, N., L. L. Gonzales, J., G. M. , T., Depaz, K., Torres, S., . . . Quispe, W. (2016). Depuracion De Las Aguas De La Laguna "Mansión" Mediante La Especie E.crassipes, Para El Riego De Áreas Verdes En La Universidad Peruana Unión. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9(8), 53 - 65.
- ESGinnova Group*. (16 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/riesgo-ambiental-segun-la-iso-14001-2015/>
- Espinoza Rivas, G. (s.f.). *Problemas bióticos y propuestas para la descontaminación de la ciudad de Puno*. INGEOTEC. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CNM9-014.pdf>
- Espinoza Zapana, A. (2023). *Determinación de los Parámetros Físicos y Químicos en las aguas superficiales del río Coata, (Puente Independencia) zona baja – distrito de Coata 2022*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.



- Fuentes, F., & Massol Deva, A. (2002). *Manual de Laboratorios: Ecología y Microorganismos*. Obtenido de <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/>
- Gallegos Saravia, C. (2024). *Análisis de los parámetros físico-químicos del afluente y efluente de la planta de depuración de aguas servidas de Capachica - Puno 2023*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.
- GEO_SENTME_0910. (10 de Abril de 2011). Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/impactos-y-riesgos-bioticos/7576526>
- GreenProgress. (s.f.). Obtenido de <https://evaluaciondeimpactoambiental.com/evaluacion-de-riesgos-bioticos/>
- Haep, R. (2022). *Gestión Hidrica en cuencas mineras*. Obtenido de https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/10009/Day2_Successful_Cooperation_Richard_Haep.pdf?fd=0
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista . (2014). *Metodología de la Indagacion* (6ta. ed.).
- Hernández, R., & Fernández, C. (2010). *Metodologia de la investigacion*. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/vertidos/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Huaman Vilca, H., Lucen Espinoza, M., Paredes Vite, M., & Changanqui Alfaro, D. (2020). Evaluación de la calidad Hidrica de la laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima, Perú). *South Sustainability*, 1(2).
- Intupa. (2020). Obtenido de <https://www.intupacusco.com/lago-titicaca/>



La contaminación. (5 de Diciembre de 2019). Obtenido de <https://lacontaminacion.org/aguas-servidas/>

La tierra y el universo. (24 de Abril de 2016). Obtenido de <https://atlasgeomundo.blogspot.com/2016/04/hoya-del-titicaca.html>

LG Sonic. (s.f.). Obtenido de <https://www.lgsonic.com/es/contaminacion-del-agua/>

MINAM. (2010). *Guía de Evaluación de Riesgos Bioticos, Perú.*

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

Ministerio del Biotico. (2010). *Guía de Evaluación de Riesgos Bioticos.*

Ministerio del Biotico. (2018). *Guía para la identificación y caracterización de impactos bioticos.*

Ministerio de Medio Biotico y Agua. (2019). *Informe Técnico - Evaluación binacional de la biomasa íctica y condiciones limnológicas en el Lago Titicaca.* Obtenido de https://uob-tdps.gob.bo/documentacion/5.1.3_UOB.-InformeTecnico-EvaluacionbinacionaldelabiomasaicticaycondicioneslimnologicasenelLagoTiticacajulio-2019.pdf

Narváez Chiliquinga, J., & Tipán Rodríguez, S. (2022). *Análisis de la calidad hídrica y presencia de microplásticos en la parte alta media y baja del río Pumacunchi en la provincia de Cotopaxi, período 2022.* Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga - Ecuador.

Novillo, C. (3 de Marzo de 2022). *Ecología Verde.* Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-riesgo-ambiental-y-ejemplos-2014.html>



- Palao, L. (2010). *Descontaminación de la Bahía de Puno con Biotecnología Microorganismos eficaces (EM)*.
- Pariccahua Huanca, E. (2018). *Evaluación de la operatividad de la planta de depuración de aguas servidas del distrito de Ayaviri, provincia de Melgar - Puno*. UNA PUNO, Puno. Obtenido de [file:///C:/Users/HP%20CORE%20I5/Downloads/Pariccahua_Huanca_Edwin_Ricardo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP%20CORE%20I5/Downloads/Pariccahua_Huanca_Edwin_Ricardo%20(1).pdf)
- Posada, L., & Mosquera, S. (2007). *Biodegradación de la materia orgánica presente en las aguas servidas de una empresa de pinturas*. Universidad EAFIT. doi:https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/362/LuisaFernanda_PosadaUribe_2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rhoton, S. (27 de Setiembre de 2023). *Enciclopedia Significados*. Obtenido de <https://www.significados.com/contaminacion-del-agua/>
- Rodas Pernillo, E., & Vasquez Moscoso, C. (2020). Evaluación anual del fitoplancton y su respuesta a la calidad hídrica en el lago de Amatitlán, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salubridad*, 7(2), 170 - 188.
- Sáez Huamán, W. (2023). *Efecto de las aguas servidas del camal municipal en la calidad del río Ichu, Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Perú.
- Salazar Holguin, L. (2020). *Análisis de la calidad hídrica del río Jerusalén afluente del río Pedro Carbo - Guayas para uso agrícola*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil - Ecuador.
- Sotil, H. (2017). *Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (coliformes totales y termotolerantes) en el lago de Moronacocha*. Repositorio Universidad Científica del Perú.



doi:<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1->

Trabajo-

An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=%2DCaracter%
C3%ADsticas%3A%20Los%20coliformes%20termotolerantes%20son,g
rado%20klebsiella%2C%20Enterobacter%20y%20Citrobacter.

Tapia Huacoto, C. H. (2022). *Calidad hidrica residual en la laguna de estabilización Espinar – Puno 2021*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.

Unda, F. (1969). *Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salubridad pública*. México: Hispano-Americana.

Unir. (18 de Abril de 2024). Obtenido de <https://www.unir.net/ingenieria/revista/riesgos-bioticos/>

Velasquez Pacho, A. (2024). *“Determinación de la variación temporal de la calidad hidrica frente a la captación de Chimú en el Lago Titicaca, Puno 2023*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.



ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<p>¿Cuáles serán los riesgos bióticos del lago Titicaca a incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno 2024?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>1) ¿Qué fuentes de emisión clandestina están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno?</p> <p>2) ¿Qué nivel de riesgo exhiben las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicoquímicos?</p> <p>3) ¿Qué nivel de riesgo exhiben las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros bacteriológicos?</p>	<p>Determinar los riesgos bióticos del lago a incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno 2024</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Identificar las fuentes de emisión clandestina que están vertiendo aguas servidas en la bahía de Puno.</p> <p>b) Estimar el nivel de riesgo que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos.</p> <p>c) Determinar el nivel de riesgo que presentan las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros bacteriológicos.</p>	<p>Los riesgos bióticos del lago Titicaca a incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía de Puno son significativos.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</p> <p>a) Las fuentes de emisión clandestina están vertiendo aguas servidas en la bahía Puno son significativas.</p> <p>b) El nivel de riesgo que exhiben las aguas de la bahía del lago Titicaca de Puno en función a los parámetros físicos químicos es significativa.</p> <p>c) El nivel de riesgo que exhiben las aguas de la bahía del lago Titicaca en función a los parámetros bacteriológicos es significativa.</p>	<p>Variable independiente</p> <p><input type="checkbox"/> Vertidos de aguas servidas clandestinas en la bahía del Lago Titicaca de Puno.</p> <p>Variables dependientes.</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgos bióticos en la bahía del lago Titicaca.</p>	<p>Tipo de investigación.</p> <p>Dado que la indagación utiliza la compilación de datos en base a mediciones numéricas (contenido y valores) para evaluar y caracterizar los riesgos bióticos en el lago Titicaca como incidencia de las vertidos clandestinas de aguas servidas en la bahía interna del lago Titicaca.</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Podemos clasificar nuestra investigación dentro del subtipo de investigación aplicada.</p> <p>Diseño de la investigación</p> <p>En la presente indagación el diseño de indagación que se va a utilizar es la no experimental, puesto que no se manipulará las variables, se compilarán datos en un tiempo dado con el fin de describir y evaluar su incidencia en un momento dado</p>

ANEXO 2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS EN LABORATORIO.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS

INFORME N° LCA 121 – 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO
1.2. Proyecto : RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua
2.2. Número de puntos : 06
2.3. Muestreado por : El laboratorio
2.4. Fecha de ensayo : 22/07/2024
2.5. Departamento : Puno
2.6. Provincia : San Román
2.7. Distrito : Juliaca
2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

Código	Punto de monitoreo y/o coordenada		Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
	S	W		
P1	15°85'38.54"	69°99' 77.61"	22/07/2024	8:00 a. m.
P2	15°85'00.09"	70°00' 78.87"	22/07/2024	8:30 a. m.
P3	15°84'36.00"	70°01' 32.17"	22/07/2024	9:00 a. m.
P4	15°83'70.37"	70°01' 40.16"	22/07/2024	9:30 a. m.
P5	15°82'99.62"	70°01' 39.63"	22/07/2024	10:00 a. m.
P6	15°82'58.60"	70°00' 25.05"	22/07/2024	10:30 a. m.

III. RESULTADOS

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS 31/07/2024

Parámetro	Unidad	PUNTOS DE MUESTREO					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Temperatura	°C	11.89	11.27	11.3	12.14	11.59	11.72
pH	-	8.72	8.8	8.86	8.89	8.76	8.71
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	1250	1240	1220	1240	1220	1250
Aceites y grasas	mg/l	5	5.21	4.97	5.32	5	5.3
Nitratos	mg/l	3	3.1	2.9	3.2	3.1	2.9
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	5.98	6.3	5.97	6.58	6.85	6.97



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

PARÁMETROS BACTEREOLÓGICOS 31/07/2024

Parámetro	Unidad	PUNTOS DE MUESTREO					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	21100.0	29100.0	11200.0	25300.0	11200.0	9200.0

NOTAS IMPORTANTES

- El presente informe de Ensayos es válido por 90 días a partir de la fecha de emisión.

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005.

Juliaca, 31 de julio del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milthon Quispe Huanca
CIP: 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL EICP

ANEXO 3

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

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



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 02 - 12 - 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FLOR THALIA CHUMBILLA MOLLO

Dirección: CENTRO POBLADO CHACANEQUE

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73355079

Teléfono: 997030302 email: florthalia.ch@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: RIESGOS AMBIENTALES EN EL LAGO TITICACA A CONSECUENCIA DE LAS DESCARGAS

CLANDESTINAS DE AGUAS SERVIDAS PUNO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): RIESGO AMBIENTAL, RESIDUOS INDUSTRIALES, TURBIEDAD

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

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.



2. Referencia de tesis:

Bachiller 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)

- 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 comerciales 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
- No autorizo



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.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

Firma de Autor



huella digital

02 - 12 - 2024

Fecha