



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES
LOS UROS DEL LAGO TITICACA**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES
LOS UROS DEL LAGO TITICACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

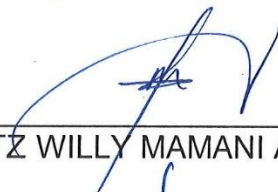
PRESIDENTE

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

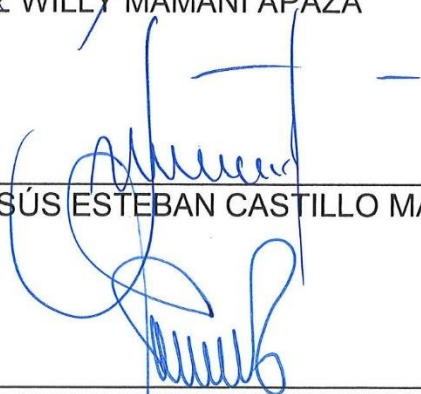
PRIMER MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

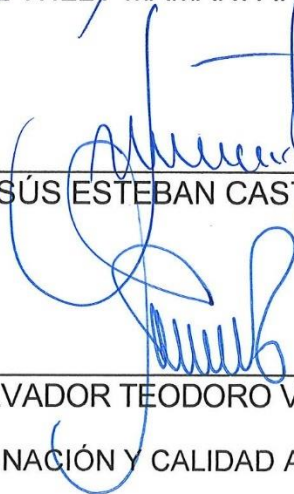
SEGUNDO MIEMBRO

:


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:


Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1245-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 9283 presentado por el (la) Bachiller: **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA** 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. **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD 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 mérito 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. ARNALDO YANA TORRES
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTICULO TERCERO.- APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 23 de octubre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc:
Archivo
interesado (s)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1629-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 17124 por el señor (a): **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1460- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 0118 - 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): **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA**, 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° 0118 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD 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 mérito 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): **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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 C. PURASDr. MILTON QUISPE HUANA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURASDIRECTOR
Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1144-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 13515, presentado el señor (a) **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1081-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 122-2024 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): **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA**, 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° 122-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD 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 **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Efraín Perillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2024
Interesado (a)



YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS D...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:542021758

Fecha de entrega

18 dic 2025, 17:02 GMT-5

Fecha de descarga

18 dic 2025, 17:15 GMT-5

Nombre del archivo

T036_70205049_T.pdf

Tamaño del archivo

7.5 MB

124 páginas

20.107 palabras

116.926 caracteres



TESIS UANCV

13% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

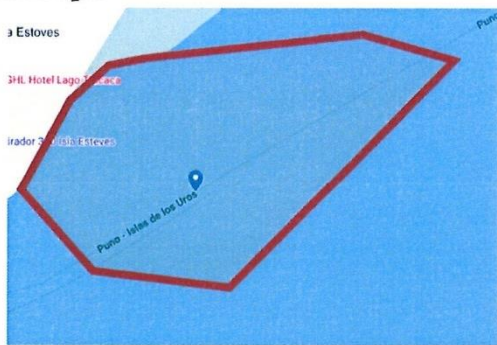
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70205049
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-3317-4288
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5101-4264
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
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	Contaminación y Calidad Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Coordenadas: Latitud: -15.82985459 Longitud: -69.9909449 URL Maps:  https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=14UbDQvwq1wzKXcan4LGv2vC07HWtajQ&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08



UNIVERSIDAD ANDINA "MISERICORDIA" CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA, identificado con DNI
Nro. 70205049, 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:

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS
ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA

Asesorado por: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Es un tema original.

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

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

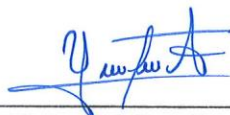
Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

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 31 de Octubre del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Al Todopoderoso, por mantenerse a mi lado y posibilitar que alcance esta etapa de mi preparación profesional.

A mi grupo familiar, de manera particular a mis adorados patriarcas, por su amor perdurable y sostén absoluto.

A mis hermanos, por su gran amor.

A mis amigos, por su aliento y motivación constante.

YESSNIA MAYUMI LARICO APAZA



AGRADECIMIENTO

Declaro mi reconocimiento a la EPISA de la UANCV, y al cuerpo de profesores que me instruyó y transmitió su sabiduría durante la totalidad de mi formación universitaria.

A mi asesor quien me orientó y guio durante el progreso de esta tesis.

A mis amistades y colegas, quienes me otorgaron su genuino afecto camaraderil, facilitando que pudiera entablar una relación con ellos y disfrutar de numerosas vivencias enriquecedoras, así como por cada uno de esos recuerdos imperecederos.

YESSNIA MAYUMI LARICO APAZA



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.	1
1.2. Planteamiento del problema.	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.4.1. Justificación Practica	4
1.4.2. Justificación social.....	5
1.4.3. Justificación ambiental	5



1.4.4. Justificación Económica	6
1.5. Hipótesis de la investigación	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas.....	7
1.6. Variables.....	7
1.6.1. Variable de interés (VI).....	7
1.6.2. Variable de caracterización (VC)	8
1.7. Operacionalización de variables	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	9
2.1.1. Antecedentes internacionales	9
2.1.2. Antecedentes nacionales	13
2.1.3. Antecedentes regionales	19
2.2. Bases teóricas	21
2.2.1. Agua	21
2.2.2. Propiedades del agua.....	23
2.2.3. Características del agua.....	25
2.2.4. Tipos de fuentes de agua	28
2.2.5. Calidad de agua	30
2.2.6. Importancia de la calidad de agua.....	32
2.2.7. Parámetros físico - químicos para la calidad de agua.....	33



2.2.8. Parámetros bacteriológicos de calidad de agua.....	37
2.2.9. Abastecimiento de agua	38
2.2.10. Riesgos ambientales	39
2.2.11. Tipos de sistema de abastecimiento de agua	41
2.2.12. Estándar de calidad ambiental para el agua (ECA)	46
2.3. Marco conceptual.	47
2.3.1. Calidad del agua.....	47
2.3.2. Abastecimiento de agua	47
2.3.3. Parámetros físicos.....	47
2.3.4. Parámetros microbiológicos	47
2.3.5. Parámetros químicos.....	48

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación.....	49
3.2. Tipo de investigación	49
3.3. Procedimiento metodológico	50
3.3.1. Objetivo 1: Diagnosticar el sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.	50
3.3.2. Objetivo 2: Determinar la reunión fisicoquímica y microbiológica del agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.	52
3.4. Materiales y equipos.....	55
3.5. Técnicas e instrumentos.....	56
3.5.1. Técnicas	56



3.5.2. Instrumentos.....	57
3.6. Población y muestra	58
3.6.1. Población.....	58
3.6.2. Muestra	59

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	60
4.1.1. Sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del Lago Titicaca.....	60
4.1.2. Concentración fisicoquímica y microbiológica del agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.	64
4.2. Discusiones.....	79
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	92



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación.	8
Tabla 2 Coordenadas de los puntos de muestreo y/o diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.	51
Tabla 3 Relación Técnica-Instrumento.....	58
Tabla 4 Concentración de los parámetros físicoquímico y microbiológico del agua en las islas flotantes de los Uros del Lago Titicaca.	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estados del agua.....	23
Figura 2 Calidad del agua.....	31
Figura 3 Sistema de abastecimiento de agua potable.	38
Figura 4 Componentes del sistema de abastecimiento de agua.	40
Figura 5 Sistema por gravedad sin tratamiento.	42
Figura 6 Sistema por gravedad con tratamiento.	43
Figura 7 Sistema por bombeo sin tratamiento.	44
Figura 8 Sistema por bombeo con tratamiento	45
Figura 9 Ubicación de los puntos de muestreo y/o diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.	51
Figura 10 Sistema del servicio de agua potable en las en las islas flotantes de los Uros del Lago Titicaca.	61
Figura 11 Concentración de la temperatura en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.....	67
Figura 12 Concentración del potencial de hidrogeno en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	68
Figura 13 Concentración de la turbiedad en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	69
Figura 14 Concentración de la Conductividad Eléctrica en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	70
Figura 15 Concentración de los Sólidos Disueltos Totales en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	71
Figura 16 Concentración de los cloruros en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	72
Figura 17 Concentración de los Sulfatos en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	73



Figura 18 Concentración de los Nitratos en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	74
Figura 19 Concentración de la Dureza en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.	75
Figura 20 Concentración del Oxígeno Disuelto en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.	76
Figura 21 Concentración de los Coliformes totales en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.	77
Figura 22 Concentración de los Coliformes Termotolerantes en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.....	78



RESUMEN

El actual proyecto tiene como fin de determinar el sistema de abastecimiento de H₂O y calidad en las islas de los uros de la cuenca Titicaca. En el método señala que el tipo de análisis es aplicado, con un esquema no experimental; en donde, primero se realizó el diagnóstico para identificar el esquema de suministro de H₂O en las islas de los Uros de la cuenca Titicaca, ulterior a ello se realizó la toma de muestreos en 05 islas (Titicaca Lodge Perú, Amalia Titicaca Lodge, Uros Samaraña Uta Lodge, Uros Khantati Lodge y Uros Aruma Uro), son examinadas en el Recinto de Condición de ambiente de la E.P.I.S.A. de la F.I.C.P. de la U.A.N.C.V. Teniendo los siguientes hallazgos: El esquema de suministro de H₂O en las islas de los Uros de la cuenca Titicaca cuenta con una captación superficial, ductos de impulsión y una recinto de procesamiento con filtración de arsénico y cloración. De acuerdo, al análisis de estas aguas los patrones que superan los patrones dados por el D.S. N° 004-2017-MINAM para la Clase 1, Subclase A1, son la conductividad eléctrica con 1500-1532 μ S/cm, los sólidos diluidos con 1100.0-1147.8 mg/L, los cloruros con 277.0-2890 mg/L, los sulfatos con 270.0-283.0 mg/L, los coliformes totales con 150.0-180.0 NMP/100mL, y los coliformes termotolerantes con 56.0-68.0 NMP/100mL. Por otro lado, los parámetros que no superan los límites son la temperatura con 14.50-14.74 °C, el pH con 8.00-8.38, la turbiedad con 0.80-0.96 NTU, los nitratos con 0.02-0.03 mg/L, la dureza con 365.0-383.0 mg/L y el oxígeno disuelto con 6.00-6.32 mg/L. Concluyendo que estas aguas necesitan mejoras urgentes en el tratamiento y control de fuentes contaminantes.

Palabras claves: Abastecimiento, calidad, tratamiento y parámetros.



ABSTRACT

The current project aims to determine the H₂O supply system and quality on the Uros Islands in the Titicaca basin. The method indicates that the type of analysis is applied, with a non-experimental scheme; where, first, a diagnosis was carried out to identify the H₂O supply scheme on the Uros Islands in the Titicaca Basin, after which samples were taken on five islands (Titicaca Lodge Peru, Amalia Titicaca Lodge, Uros Samaraña Uta Lodge, Uros Khantati Lodge, and Uros Aruma Uro) were examined at the Environmental Conditions Facility of the E.P.I.S.A. of the F.I.C.P. of the U.A.N.C.V. The following findings were made: The H₂O supply system on the Uros Islands in the Titicaca basin consists of surface collection, pressure pipes, and a processing facility with arsenic filtration and chlorination. According to the analysis of these waters, the parameters that exceed the standards set by D.S. No. 004-2017-MINAM for Class 1, Subclass A1, are electrical conductivity with 1500-1532 $\mu\text{S}/\text{cm}$, diluted solids with 1100.0-1147.8 mg/L, chlorides at 277.0-2890 mg/L, sulfates at 270.0-283.0 mg/L, total coliforms at 150.0-180.0 NMP/100mL, and thermotolerant coliforms at 56.0-68.0 NMP/100mL. On the other hand, the parameters that do not exceed the limits are temperature at 14.50-14.74 °C °C, pH at 8.00-8.38, turbidity at 0.80-0.96 NTU, nitrates at 0.02-0.03 mg/L, hardness at 365.0-383.0 mg/L, and dissolved oxygen at 6.00-6.32 mg/L. It was concluded that these waters require urgent improvements in the treatment and control of pollution sources.

Keywords: Supply, quality, treatment and parameters.

INTRODUCCIÓN

La llegada al H₂O potable es un derecho primordial para el bien y la limpieza de los individuos. Pero en zonas rurales y comunidades alejadas, como las Islas de los Uros, colocadas en la cuenca Titicaca, la disponibilidad de agua potable sigue siendo un desafío significativo. Estas islas, habitadas por la población Uro, están construidas sobre juncos que flotan en el lago y presentan condiciones geográficas y ambientales únicas que dificultan la llegada a servicios como el H₂O potable y el saneamiento adecuado. El ingreso del H₂O en esta región es una preocupación crítica debido a la polución del lago, que puede comprometer la salud de los habitantes.

En este contexto, el actual examen tiene como fin examinar el esquema de suministro y las condiciones del H₂O para ingestas humanas en las Islas de los Uros. A través de un enfoque integral, se pretende evaluar las fuentes de H₂O disponibles, los métodos de método utilizados, y los albures vinculados con el estado del H₂O ingerida por los habitantes. Además, se explorarán posibles soluciones y tácticas para progresar la comisión del H₂O en la región, garantizando un acceso sostenible y seguro para la población.

La investigación busca suministrar datos relevantes que logre ser usada por los mandatarios y entidades de salud para implementar mejoras en los esquemas de provisión de H₂O, contribuyendo así al bienestar de los individuos de las Islas Flotable de los Uros e incentivando más reflexión sobre la relevancia de un agua de estado en comunidades vulnerables.

El actual trabajo de examen se prepara de cuatro capítulos generales, siendo:



En el Capítulo I: Se desarrolla el prólogo, el diseño del inconveniente, expresando del inconveniente, suposición, apología y la fundamentación precisando las metas logradas del examen.

En el Capítulo II: Se enfoca en las explicaciones referentes al argumento de examen, informes del examen y los compendios hipotéticos que mantienen este análisis.

En el Capítulo III: Abarca el método usado en este examen refiriendo a la clase y esquema de examen, tácticas y materiales, la elección de la urbe y ejemplar, los procesos, tal como las tácticas de cogida de datos.

Finalmente, en el Capítulo IV: Se revelan los hallazgos logrados y su concerniente examen. Así también se presentan las consumaciones y encomiendas oportunos.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

Las Islas de Uros, ubicadas en la cuenca Titicaca, enfrentan diversos retos relacionados con el abastecimiento y el estado del líquido para digestión personal. Estas islas, construidas sobre capas de juncos y ubicadas a más de 3,800 m.s.n.m. Presentan condiciones geográficas y socioambientales que dificultan el ingreso a recursos naturales y servicios básicos. La población Uro, que habita estas islas, depende mayoritariamente del agua del Lago Titicaca para compensar sus necesidades diarias, incluyendo la digestión personal, higiene y otras actividades caseras.

A pesar de la proximidad del lago, el agua disponible para consumo humano presenta riesgos significativos debido a la contaminación. Los líquidos de la cuenca Titicaca, que recibe aguas residuales de diversas fuentes, incluyendo poblaciones cercanas, así como la actividad agrícola y pesquera, se ven afectadas por altos niveles de materia orgánica y bacterias patógenas que comprometen su estado. Los métodos tradicionales de obtención y procesamiento del agua en las islas, como la filtración manual y el hervido, no



son siempre suficientes para garantizar agua positiva para beber, pone en inseguridad la sanidad de los habitantes. Se añade la falta de construcción oportuna para

un sistema de abastecimiento eficiente, que incluya procesos de purificación y distribución adecuados.

Otro factor que agrava la situación es la limitada disponibilidad de fuentes alternativas de agua potable. Si bien existen algunos esquemas de captación de H₂O de lluvia y pozos artesanales, estos son escasos para cubrir las insuficiencias de la ciudadanía, especialmente en períodos de sequía o durante la temporada baja de lluvias. Además, los esquemas de acopio y repartición de H₂O no siempre cumplen con los patrones de condición y mantenimiento necesarios, incrementa la inseguridad de polución en el proceso de distribución.

La situación se ve aún más complicada por la falta de instrucción y conciencia sobre la jerarquía de la condición del H₂O y la higiene en estas comunidades. Aunque algunas organizaciones locales han implementado programas de sensibilización, la ausencia de un ingreso continuo a H₂O potable tratada y las dificultades socioeconómicas limitan la capacidad de las familias para adoptar prácticas de salud y bienestar adecuadas.

En resumen, el sistema de abastecimiento y la condición del H₂O en las Islas de Uros desafía varios inconvenientes vinculados con la polución del H₂O del lago, la falta de construcción conveniente, la restringida llegada a fuentes alternas de líquido consumible y la escasa capacitación de la urbe en materia de salubridad pública y procesamiento del H₂O. Estos desafíos requieren una intervención integral y sostenible que garantice la llegada a H₂O consumible de

estado para los habitantes de las islas, progresando su estado de existencia y bajando los riesgos sanitarios vinculados a la ingesta de H₂O contaminada.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cómo será el sistema de abastecimiento de agua y calidad en las islas flotantes de los uros del lago Titicaca?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo será el sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca?
- b) ¿Cuál será la concentración fisicoquímica y microbiológica del agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el sistema de abastecimiento de agua y calidad en las islas flotantes de los uros del lago Titicaca.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Diagnosticar el sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.
- b) Determinar la concentración fisicoquímica y microbiológica del agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.



1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Práctica

Las condiciones en H₂O y el ingreso adecuado a un esquema de abastecimiento eficiente son factores vitales para la sanidad y el bienestar de toda población. En el tema de las Islas de Uros, una ciudadanía que habita en condiciones geográficas y ambientales especiales, los problemas relacionados con el agua potable son particularmente críticos. A pesar de estar ubicadas en la cuenca Titicaca, uno de los lagos más grandes y conocidos de América del Sur, el agua disponible para ingesta humana no efectúa los patrones de condición necesarios para afirmar la sanidad pública, debido a la polución del lago y la limitada construcción para su procesamiento y reparto.

El estudio sobre el sistema de abastecimiento y la condición del H₂O en las Islas Flotantes de los Uros busca proponer soluciones prácticas para mejorar la disponibilidad y condición del H₂O potable, a través de un rumbo integral que contemple tanto el análisis de las fuentes de agua como las tecnologías de procedimiento más adecuadas para la comunidad. Esta propuesta no solo será relevante para la mejora directa de la salud pública en las islas, sino que también ofrecerá herramientas para el progreso de burocracia pública que ayuden la sostenibilidad y el acceso equitativo al agua, respetando las particularidades culturales y socioambientales de la población Uros.

En este sentido, la apología de este examen radica en la miseria apremia de mejorar el esquema de suministro de H₂O y garantizar la condición del H₂O consumida en las Islas Flotable de los Uros, asistiendo así al amparo de la

sanidad de sus habitantes, la conservación del entorno ambiental y el fomento de un progreso más imparcial y sostenible en la región del Lago Titicaca.

1.4.2. Justificación social

La condición del H₂O y el ingreso adecuado al H₂O potable son fundamentales para el bienestar de cualquier comunidad. En las Islas de Uros, la población enfrenta graves problemas relacionados con la escasez de líquido potable positiva por la polución del Lago Titicaca y la falta de infraestructura para su procesamiento adecuado. Este caso afecta a la sanidad de los ciudadanos, exponiéndolos a padecimientos dados por el H₂O y limitando su desarrollo social y económico.

El estudio sobre el esquema de suministro y condición de H₂O en las Islas de Uros es crucial para identificar soluciones prácticas y sostenibles que aseguren el ingreso a H₂O potable de condición. Además, contribuirá a mejorar la salud pública, reducir riesgos sanitarios y suscitar el bien de una urbe vulnerable. La ejecución de progresos en el esquema de H₂O no solo beneficiará a la población Uro, sino que también será un modelo replicable para otras comunidades rurales y aisladas de la región, favoreciendo el desarrollo social y la ecuanimidad en el ingreso a recursos básicos.

1.4.3. Justificación ambiental

La cuenca Titicaca, fuente principal de líquido para las Islas de Uros, enfrenta serios desafíos ambientales derivados de la polución y el empleo insostenible de sus recursos. La polución del H₂O, causada por residuos urbanos, actividades agrícolas y la inexistencia de un procedimiento apropiado

de líquidos remanentes, pone en inseguridad la sanidad de los ambientes acuáticos y de las poblaciones que penden de él en su provisión de líquido consumible.

Por ello, el presente estudio sobre el sistema de abastecimiento y la condición del H₂O en las Islas de Uros es crucial para identificar soluciones que no solo mejoren la condición del H₂O para ingesta humana, sino que también promuevan la conservación y protección del Lago Titicaca. Implementar tecnologías y empleo de manejo razonable del líquido permitirá bajar la polución y preservar los caudales líquidos, beneficiando tanto a los habitantes de las islas como al ecosistema del lago. Además, este enfoque contribuirá a fortalecer la perduración del ambiente frente a los efectos del cambio atmosférico, asegurando un acceso más positivo y sostenible al H₂O para las colindantes reproducciones.

1.4.4. Justificación Económica

La mejora en el esquema de abastecimiento y la condición del H₂O en las Islas de Uros no solo tiene discordancias directas en la sanidad y el bien de la ciudadanía, también en la economía local. Actualmente, el acceso limitado a H₂O potable de condición obliga a los habitantes a destinar recursos significativos en métodos de purificación inadecuados, lo que incrementa los costos asociados con enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada, así como los gastos de tiempo y trabajo en la manufactura de líquido consumible.

Una intervención en el esquema de suministro de H₂O, mediante el uso de tecnologías adecuadas de procesamiento y distribución, permitirá una reducción

de los gastos coligados con enfermedades y la pérdida de productividad debido a dificultades de sanidad. Además, mejorar el estado del líquido contribuirá al acrecentamiento de la producción de la urbe, al disminuir el ausentismo laboral y escolar relacionado con enfermedades gastrointestinales.

Asimismo, un sistema de agua sostenible permitirá una usanza más eficaz de los caudales líquidos, lo que optimiza los costos operativos a largo plazo. También fortalecerá la capacidad económica de las Islas de Uros al reducir su dependencia de métodos costosos e insostenibles de obtención de agua, lo que podría abrir nuevas conformidades para el progreso de otras actividades productivas y turísticas en la región.

Por tanto, la inversión en un esquema de abastecimiento y procedimiento de H₂O de condición no solo beneficiará a la salud de la población, sino que también representará un impulso económico al generar ahorros directos e indirectos, mejorar el estado de coexistencia de los ciudadanos y fomentar un progreso económico más sostenible y equitativo.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

No lleva prueba de hipótesis.

1.5.2. Hipótesis específicas

No lleva prueba de hipótesis.

1.6. Variables

1.6.1. Variable de interés (VI)

 Sistema de abastecimiento y calidad de agua.

1.6.2. Variable de caracterización (VC)

- Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua y parámetros físicoquímicos y microbiológicos

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDAD	METODOLOGIA	
Variable de interés	Parámetros fisicoquímicos	Temperatura	°C	Diseño de investigación	No Experimental
		pH	und. pH		
		Conductividad eléctrica	µS/cm		
		Turbidez	UNT		
		STD	mg/L		
		Dureza total	mg/L		
	Parámetros microbiológicos	Cloruros	mg/L	Tipo de investigación	Descriptiva
		Coliformes	NMP/100mL		
		Termotolerantes			
		Coliformes Tolerantes	NMP/100mL		
				Enfoque cuantitativo y cualitativo (mixto)	



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

El informe mostrado por Chavarría (2019) denominado “Examen y ofrecimiento de progreso del esquema de suministro de líquido consumible de la ASADA Paquera de Puntarenas”, tiene la finalidad esencial diseñar alternativas de mejora para la red de provisión de líquido consumible y depuración gestionada por dicha asociación Paquera en la Municipalidad de Puntarenas, Costa Rica. Monopolizó enseres de valoración estandarizados, como las cédulas SERSA del MINSA y el Prontuario Unificado del ICAA, complementados con una encuesta para detectar vulnerabilidades en el saneamiento comunitario. El análisis reveló que las sistemáticas de desinfección con cloro y la construcción de atracción de agua de superficie presentaban el mayor nivel de riesgo. Se constató que los paralelismos de cloro remanente libre superaban el LM de 0,6 mg/l estipulado por el método nacional. Adicionalmente, se concluyó que el filtro en uso es inadecuado para el tipo de afluente, por la cual se sugiere adaptar la estructura actual para instalar un Filtro Lento de Arena operativo adecuada. Asimismo,

analizó la disponibilidad y el consumo de líquido bebible, estableciendo dotaciones que oscilan entre 188 y 856,18 L por individuo al día, y concluye que el suministro hídrico actual es insuficiente para cubrir el caudal máximo diario que necesitará la urbe en el año 2045.

En su investigación de Chacón (2018) En el estudio "Recursos Marítimos de Nicaragua, sobre la condición Sanitaria de los líquidos de Superficies y Acuíferos, de la Subcuenca del Afluente Viejo", se analizó la polución bacteriológica, enfocándose en tres pozos profundos por su susceptibilidad a la polución por residuos. Los resultados indicaron una presencia permanente de Col. termotolerantes y Escherichia coli en las estaciones seca y lluviosa. El monitoreo incluyó aguas subterráneas, el curso principal del Afluente Viejo y sus afluentes, veneros, y pozos calados y cóncavos, realizándose 2 muestreos en 16 puntos del río, 7 veneros, 3 cóncavos y 10 pozos perforados. En las aguas de superficies del Afluente Viejo, los rangos de Col. termotolerantes vacilaron entre $1,10 \times 10^1$ y $7,90 \times 10^4$ NMP/100 mL⁻¹. En todos los sitios muestreados, se identificó de manera continua E. coli en ambos periodos climáticos, con reuniones entre $<1,8$ y $7,90 \times 10^4$ NMP/100 mL⁻¹. Dado que ciertas cepas patógenas de E. coli pueden causar enfermedades gastrointestinales, las aguas superficiales evaluadas constituyen un vehículo de polución para la salud pública, especialmente cuando la población tiene contacto directo con este recurso hídrico contaminado. Las evidencias recabadas confirman que tanto los líquidos de superficies como las acuíferas están presumidas por diligencias humanas, presentando poluciones de principio fecal que representa un peligro inminente para la salubridad de los residentes.

Sin embargo, Pavón (2011) El estudio "Valoración de las condiciones del agua de superficie esgrimiendo indicadores vivos en la subcuenca del Afluente La Trinidad..." se propuso analizar el estado de las aguas superficiales a través de parámetros biológicos, bacteriológicos y fisicoquímicos, con la finalidad de generar una referencia base que apoye el manejo integral de la cuenca. Se empleó el método BMWP/Col para valorar la condición orgánica. Los análisis bacteriológicos mostraron altas concentraciones de Col. fecales y totales (por encima de 1,200 NMP/100ml), niveles que, de acuerdo con la Normativa Regional CAPRE (1994), inhabilitan el agua para ingesta humana y usanza doméstico debido a su riesgo sanitario. Los valores de la razón DBO_5/DQO (0.01 mg/l en sector alto, 0.14 mg/l en el medio y 0.02 mg/l en el bajo) señalan la presencia de vertimientos inorgánicos de compleja degradación biológica en áreas específicas. Se determina que las técnicas biológicas y fisicoquímicas resultan complementarias para la valoración del estado del líquido.

Por otro lado, Zhen (2009) En la investigación "Condición bacteriológica y físico-química del líquido para bebida personal de las microcuencas de la hondonada Victoria, Guanacaste, Curubandé, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008", se valoró a lo largo de un ciclo hidrológico completo (septiembre 2007 a junio 2008) las peculiaridades físico-químicas y bacteriológicas del H₂O de consumo en correspondencia con sus principales fuentes de poluciones difusas y puntuales. El método comprendió el análisis de 15 puntos de muestra a partir de la atracción del conducto de Curubandé hasta el manantial de la hondonada. Los hallazgos mostraron que el líquido bebible de la zona elevada presenta un pH neutro (6.5) en tanto que el área baja muestra

acidez (pH 4.7). Los sitios 8 al 15 (exceptuando 12 y 13 en metamorfosis lluviosa-seca 2008) requieren procesamiento simple y desinfección para ser potables, mientras que las áreas 1 al 7 (excluyendo el sitio 4 en lluvias 2007) necesitan arreglo de pH (6.5-8.5) y asepsia. El sitio 14, con suelos erosionados y pendientes $>5^\circ$, mostró desperfecto físico en transición seca-lluviosa 2008 con turbiedad (>25 UNT) y tono (>10 U-Pt-Co). La condición bacteriológica en sitios 4, 12 y 14 se afectó por eventos extremos como la tormenta tropical Noel (2007) y transición seca-lluviosa 2008, con col. fecales >2000 NMP/100 mL, en tanto que las áreas 12 y 13 enseñaron polución fecal por E. coli >2000 NMP/100 mL, determinando su no aptitud para consumo humano.

Sin embargo, Rivera y demás (2020) en su estudio "Condiciones del líquido bebible del Estero el Sauce, Valparaíso, Chile Central", el análisis se planteó valorar el estado del H₂O en el arroyo El Sauce a lo largo de todo su recorrido y en sus tributarios. Esta cuenca hidrográfica se localiza en la zona de Laguna Verde, Valparaíso, en la región central de Chile. Metodológicamente, la recolección de muestras se efectuó durante los veranos de 2013 y 2015 en once puntos de muestreo situados en la oquedad; cinco de ellos se distribuyeron desde la cabecera del arroyo hasta su desembocadura en el océano, y los seis restantes se situaron aguas por encima de la confluencia con sus afluentes. En el curso de H₂O se reconocieron fuentes de polución puntuales y difusas. Los análisis arrojaron estos resultados: una conductividad media de 114 μ S/cm, niveles de col. Fecales y totales principales a 3000 y 2400 NMP/100 mL respectivamente, una DBO₅ por encima de 1000 mg/L, elevadas concentraciones de materia

orgánica (más de 104 mg/L en 2013), nitritos (superiores a 0.17 mg/L), nitratos (59.2 y 11.8 mg/L) y fosfatos (por encima de 6.4 mg/L). Además, el endurecimiento del líquido expuso un rango entre 978 y 1331 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los hallazgos revelan que el estero constituye un cuerpo de agua de poca profundidad, el cual presenta en gran medida una condición clasificada como 4 (deficiente). Esta condición se debe a la existencia de MO, nutrientes, cloruros y polución microbiológica, lo que implica el incumplimiento de la normativa ambiental para todo tipo de uso. Adicionalmente, se constata una carencia de programas de gestión y de control en la utilización de este recurso hídrico, cuya explotación actual representa un peligro para la población. Dicha comunidad emplea las aguas del estero para el regadío de cultivos de mantenimiento y actividades recreativas con empalme seguido en su zona de estuario.

2.1.2. Antecedentes nacionales

El expediente dado por Cerrón (2024), denominado "Valoraciones del estado ecológico de las aguas del Lago Chinchaycocha durante el período 2017-2022", el examen poseyó como fin fundamental instituir el Índice de condiciones del H₂O del lago Chinchaycocha para el período 2017-2022. Para ello, se desarrolló un ICA específico (ICA-PE) mediante el muestreo de 10 estaciones anuales, aplicando los ECA para agua con el fin de verificar y caracterizar los patrimonios fisicoquímicos del recurso hídrico del lago. El estudio incorporó 27 indicadores, entre los que se incluyeron: pH, SDT, turbiedad, porcentaje de oxígeno, fosfatos, DBO₅, coliformes termotolerantes y nitratos. Los hallazgos identificaron que cinco de estos parámetros fueron los más críticos durante el período 2017-2022, al incumplir los estándares en

al menos un punto de monitoreo: oxígeno disuelto, pH, plomo, cobre y zinc. Conforme con lo establecido en la normativa DS N°002-2008-MINAM, se identificaron incumplimientos en al menos un punto de monitoreo para los valores de pH (9.02 en 2017, 9.13 en 2019 y 9.08 en 2022) y nitrógeno total. La estación LChin1 resultó ser la más impactada. No obstante, la evaluación del ICA-PE determinó que la condición hídrica del lago se clasifica entre excelente y buena.

El estudio presentado por Chalco (2023) denominado El estudio “Valoración de la aptitud del líquido bebible para ingesta humana del venero Marampampa, ubicado en Ocobamba, Cusco, a lo largo del año 2023” el estudio tuvo como finalidad analizar los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos del recurso hídrico según los juicios determinados en la subcategoría A1. El método implementado fue de tipo no experimental con enfoque cuantitativo, considerando 4 estaciones de muestreo distribuidas en: la fuente de origen, el depósito de almacenamiento, la primera unidad domiciliaria beneficiada y la vivienda terminal del sistema de distribución. Los hallazgos demuestran el cumplimiento integral de todos los indicadores fisicoquímicos (conductividad eléctrica: 55.5 μ S/cm, sulfatos: 10.25 mg/L, cloruros: 2.5 mg/L, pH: 6.63, dureza: 26 mg/L, turbidez: 0.275 NTU) y microbiológicos (termotolerantes: 15.75 NMP/100 ml, col. totales: 17.25 NMP/100 ml) con lo concreto en la subcategoría A1 de la Orden Suprema N° 015-2015-MINAM. Se determina que el líquido bebible del venero posee condiciones óptimas para ser destinada a la ingesta humana.

El estudio realizado por Santiago (2020) denominada El estudio “Análisis de la aptitud para ingesta humana del recurso del líquido bebible en las divisiones elevada y bajo del Centro Poblado Los Pinos, ubicado en Santa María, durante el año 2019” poseyó como finalidad analizar las particularidades del líquido bebible consumida por los habitantes de ambas zonas. La metodología correspondió a un examen aplicado, de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental, con una urbe de 415 habitantes (zona elevada) y 478 (zona baja). Los hallazgos mostraron en el área elevada: turbiedad 0.91 NTU, color <0.5 UCV, pH 7.28, conductividad 1763 $\mu\text{mho/cm}$, cloro remanente 1.12 mg/L, endurecimiento total 336.2 mg/L, STD 165 mg/L, ausencia de metales, nitratos <0.2 mg/L, col. totales 4.27 NMP/100 mL, col. fecales 2.99 NMP/100 mL y microbios heterotróficas 78.3 UFC/mL. En el área baja: turbiedad 3.1 NTU, color <0.5 UCV, pH 7.49, conductividad 687 $\mu\text{mho/cm}$, cloro remanente 2.55 mg/L, endurecimiento total 629.6 mg/L, STD 296 mg/L, existencia de Fe (0.0263 mg/L) y Al (0.0136 mg/L), nitratos <0.2 mg/L, col. totales 48.1 NMP/100 mL, col. fecales 38.97 NMP/100 mL y microbios heterotróficas 780.2 UFC/mL. Se concluye que ambas zonas presentan reuniones de col. fecales y totales que sobrepasan los términos del D.S. 031-2010-SA, siendo más crítico en el área baja (provista por cisternas), por lo cual el líquido bebible no es idóneo para ingesta.

El examen elaborado por Cajaleón (2020) La investigación “Análisis de los cuantificaciones microbiológicas y fisicoquímicos para valorar la aptitud del líquido bebible del lago Mancapozo (La Esperanza, Amarilis - Huánuco) para consumo humano, durante el período agosto-noviembre de 2019” tuvo como finalidad verificar el cumplimiento de los indicadores microbiológicos y

fisicoquímicos del líquido bebible según el Estándar de condición Ambiental para ingesta humana. Se aprovechó un procedimiento mixto con alcance descriptivo y diseño no experimental transversales, recolectándose diez muestreos en octubre de 2019 (cinco microbiológicas y cinco fisicoquímicas) que fueron analizadas en el recinto de la DIRESA Huánuco. La comparación con el D.S. N° 004-2017-MINAM-ECA determinó que los diversos indicadores evaluados se hallan adentro de los límites concretos, demostrando que el H₂O de la laguna Mancapozo cumple con la normativa de condición ambiental para ingesta humana.

En el estudio De la Cruz y Delgado (2022) "El estudio" Valoración de las peculiaridades bacteriológicas y fisicoquímicas del líquido bebible para ingesta humana en la localidad de Mollehuaca, Huanuhuanu, Caravelí – Arequipa, a lo largo de la fase febrero-abril de 2022" se planteó valorar las peculiaridades bacteriológicas y fisicoquímicas del líquido bebible de ingesta en dicha localidad. La metodología implementó un muestreo no probabilístico a lo largo de los meses de febrero a abril de 2022, considerando tres puntos de muestra: punto intermedio, cisterna y punto terminable del sistema de colocación. Los estudios incluyeron col. totales, col. termotolerantes, pH, E. coli, tono, cloro remanente y turbiedad. Los hallazgos obtenidos mostraron: col. totales en cisterna >22.67 NMP/100mL, punto intermedio <8.40, punto final <15.37; coliformes termotolerantes en cisterna >22.67 NMP/100mL, punto intermedio <1, punto terminable <1.87; E. coli en todos los puntos <1.80 NMP/100mL; parámetros fisicoquímicos dentro de rangos aceptables (pH 6.5-8.5, tono <1 UC, turbiedades <15 UNT); y cloro remanente entre 0.0597-0.31 mg/L. La investigación concluye que el líquido no es competente para la

ingesta humana por incumplir los LMP establecidos en la normativa del MINSA.

En cambio, Coronación y Torres (2021) el estudio "Condición de líquido bebible para ingesta humana en las poblaciones de Pueblo Libre Y Pampachacra" poseyó como propósito primordial valorar las características del líquido bebible consignada a la ingesta humana en dichas localidades. El método contuvo el estudio de muestreos derivados de manantiales, reservorios y hogares, siguiendo los protocolos establecidos por el Mando Nacional del Líquido Bebible (R. J. N°010-2016-ANA) para el manejo de muestras, y las normativas del D.S. N°004-2017-MINAM (ECA clase 1, subclase A1) y D.S. N°031-2010-SA para la evaluación de parámetros. Los hallazgos, desarrollados con un nivel de significancia del 5%, mostraron para la colectividad de Pueblo Libre los subsiguientes valores: conductividades 103.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cloruros 5.01 mg/L, dureza 100 mg/L, Col. termotolerantes >20 NMP/100mL y Col. totales >50 NMP/100mL.

Por otro lado, Tavares y Morales (2018) El proyecto de estudio "Valoración fisicoquímica de la condición del líquido de superficie en la colectividad de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú" se propuso cuantificar parámetros fisicoquímicos mediante metodologías estandarizadas en campo y laboratorio. El monitoreo se realizó en septiembre y en junio de 2017 en 8 estaciones de muestra distribuidas en el afluente reservorio, Caracha, efluente del lodazal de procesamiento, laguna Uerpococcha y puquial. Se midieron in situ temple, SDT, conductividades eléctricas y pH; mientras que en recinto se examinaron DQO, ST, nitratos, fosfatos metales totales y sulfatos (As, Ca, Cd,

Fe, Cu, Hg, Mg, K, Pb, Zn, Na) mediante técnicas volumétricas, gravimétricas y espectroscópicas. Los hallazgos mostraron que los diversos indicadores se encontraban adentro de los LP, exclusivamente PO_4^{3-} (1.51 ppm) en el arsénico y en puquial (0.13 ppm) en el afluente Caracha. La aplicación del marco DPSIR identificó como problemas principales el alejamiento de cuidado de aguas de superficies y la inexactitud de combinación institucional para chocar la polución por As.

En su investigación de Navarro y Aguilar (2018) El estudio " Análisis de la aptitud para ingesta humana del recurso del líquido en la colectividad de Llañucancha, situada en Abancay, a lo largo del año 2017" tuvo como propósito establecer las características del líquido bebible de ingesta en dicha localidad. El método aplicó los protocolos de la Normativas Técnicas N°031-DIGESA (2012) y el Ordenanza de Condiciones del Líquido para Ingesta Humana MINAM (2012), con análisis realizados en el recinto de la DIRESA Apurímac y procesamiento estadístico mediante el software SPS. Los resultados físicos mostraron: temple $17.43 \pm 8.2^\circ\text{C}$, pH 7.78 ± 4.0 , alcalinidad 73.68 ± 10.3 mg/L, conductividades 138.12 ± 4.1 $\mu\text{S/cm}$; los indicadores químicos: endurecimiento total 74.28 ± 13.3 mg/L, Ca 23.35 ± 7.9 mg/L, Mg 4.74 ± 9.8 mg/L, cloruros 74 ± 15.6 mg/L; y los bacteriológicos: col. totales en atracción 18.67 ± 28.05 UFC/ml, cisterna 18.08 ± 13.51 UFC/ml, pileta domiciliaria 29.08 ± 24.6 UFC/ml; coliformes termotolerantes en atracción 6.67 ± 16.83 UFC/ml, represa 1.75 ± 2.60 UFC/ml, pileta domiciliaria 6.25 ± 16.94 UFC/ml. Como la Normativa Técnica 031-DIGESA, mientras los indicadores fisicoquímicos se hallan adentro de límites normativos, los col. termotolerantes y totales sobrepasan significativamente el LMP (<1 UFC/ml) en los diversos

mecanismos del sistema, decretando que el líquido no es idóneo para la ingesta humana.

2.1.3. Antecedentes regionales

El análisis mostrado por Sarmiento (2023) El estudio “Indicadores bacteriológicos y fisicoquímicos del líquido de cenagales para la ingesta humana de la zona adyacente de Desaguadero – Puno 2022” se propuso evaluar las reuniones de dichos parámetros en el líquido de consumo. Se compilaron muestreos de ocho pozos distribuidos en las zonas norte (pozos 1-2), sur (pozos 5-6), oeste (pozos 3-4) y este (pozos 7-8), siguiendo el PNMANA. Los exámenes ejecutados en laboratorios del INIA y la UNA incluyeron prueba de Tukey ($p < 0,05$) y ANOVA ($p < 0,05$). Los hallazgos mostraron: indicadores físicos dentro de los LMP (temple 16.67°C , turbideces 3.29 NTU, conductividades $832.38 \mu\text{S/cm}$); indicadores químicos como pH (7.69), sulfatos ($51.39 \text{ mg SO}_4/\text{L}$), cloruros (78 mg/L) y sodio (46.18 mg/L) efectuando la norma, mientras la dureza total ($764.68 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$) y nitratos ($51.93 \text{ mg NO}_3/\text{L}$) excedieron los LMP del DS N°031-2010-SA. Los indicadores microbiológicos mostraron polución significativa con col. totales (178.75 NMP/100mL) y termotolerantes (56.54 NMP/100mL), sobrepasando ampliamente el límite de $\leq 1.8 \text{ NMP/100mL}$.

En el estudio ejecutada por Huarachi (2021) El examen “Valoración de la condición de líquido para las ingestas humanas en la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno” poseyó como finalidad valorar las características del H₂O consignada a las ingestas humanas en dicha localidad. La metodología incluyó la compilación de seis muestras para exámenes químicos, biológicos

y físicos en el punto de captación, realizándose tres muestreos durante dos meses. Los análisis se efectuaron en los recintos de las FCACB de la UNA-Puno, procesándose las filiaciones con el software SPSS. Los hallazgos obtenidos coexistieron: temple 15.4°C, pH 8.3, conductividad eléctrica 1532 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbiedades 4.7 NTU, SDT 980 mg/L, cloruros 289.00 mg/L, sulfatos 283 mg/L, nitratos 0.035 mg/L, dureza 383 mg/L, col. totales 180 NMP/100 ml, OD 5.98 mg/L y col. fecales 68 NMP/100 ml. El estudio concluye que el líquido no es idóneo para infestarlo y representa un riesgo sanitario, pues los indicadores de cloruros, conductividades eléctricas, col. Totales, sulfatos y fecales sobrepasan los límites determinados en la Ordenanza Suprema N° 004-2017-MINAM.

La investigación presentada por Ramírez (2020), El estudio "Precisión de la condición del Líquido Potable en Paucarcolla-Puno-2019" se propuso valorar las características del agua según el D.S. 004-2017-MINAM. La metodología incluyó muestreo en tres estaciones, empleando técnicas normalizadas (NTP, Standard Methods APHA/AWWA) para análisis fisicoquímicos y procedimientos microbiológicos de Número Más Probable con recuento en placa. Los hallazgos indicaron cumplimiento normativo en todos los indicadores: rangos fisicoquímicos (pH 6.7-7.7, dureza 160.67-174.62 mg/L, cloruros 23.96-49.91 mg/L, conductividades 304.0-308.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$), microbiológicos (coliformes totales <20 NMP/100mL) y sulfatos 30.00-78.00 mg/L. Se instituye que el H₂O es potable tras proceso, requisito verificado en el reservorio mas no en la fuente de captación.

Po otro lado, Contreras (2021) El estudio "Condición del líquido para ingesta humana en los veneros en las parcialidades de Jiscullaya – El Collao – Puno" se planteó valorar las particularidades del líquido de manantiales para optimizar las condiciones sanitarias de la urbe. El método incluyó el estudio de muestras representativas mediante indicadores bacteriológicos y fisicoquímicos seleccionados según normativas del Ministerio de Salud y OMS. Los análisis fisicoquímicos realizados en el Espacio de Química de la UNA-Puno mostraron: cloruros 15.30 mg/L, durezas totales 52 mg/L, Ca 16.19 mg/L, sulfatos 4 mg/L, ST 67.10 mg/L y Mg 2.95 mg/L. Microbiológicamente, se registraron col. totales 28 NMP/100mL y *Escherichia coli* 0 NMP/100mL. Se ultima que, mientras las cuantificaciones fisicoquímicas desempeñan con los LMP, los col. totales exceden significativamente la normativa, representando un riesgo potencial de enfermedades diarreicas e infecciosas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

El líquido constituye un mecanismo esencial para la coexistencia de los diversos organismos vivos conocidos. Conceptualizada principalmente en su fase líquida, esta sustancia también se muestra en como hielo y (en forma de vapor. Desde una perspectiva geográfica, el recurso hídrico ocupa el 71% del área del planeta Tierra. La distribución del líquido en el planeta muestra una concentración predominante en los mares, los cuales alojan el 96.5% del total. Los heleros y las capas de hielo polar almacenan el 1.74% del líquido global, en tanto que los sistemas acuíferos, los glaciares de montaña y el permafrost constituyen el 1.72%. El reducido porcentaje remanente de 0.04% se dosifica



de forma gradual entre lagos, relente de la superficie, aire, depósitos artificiales, afluentes y seres diligentes (Ramírez Choquehuanca F. E., 2020).

Se conceptualiza como el grupo de propiedades del líquido que determinan su idoneidad para un fin personal, instituyendo la relación entre dichas características y los requerimientos del beneficiario. De esta manera, la condición hídrica puede caracterizarse mediante el contenido de sustancias sólidas y gaseosas presentes, ya sea en estado de suspensión o disueltas en la solución acuosa (Mendoza, 1996).

El líquido bebible, desde su configuración molecular, está formada por 2 átomos de H y 1 de O, lo que explica su notación química liquido bebible. Se trata de un compuesto nativo y uno de los mecanismos esenciales de los ambientes. Su relevancia se manifiesta en el progreso y mantenimiento de la vida, pues compone un mecanismo esencial para el funcionamiento de los métodos biológicos. (Nestlé por Niños Saludables, 2021)

Como (aquae Fundación, 2021), el líquido se manifiesta en diversas etapas físicas, distribuyéndose en los distintos componentes nativos del planeta. Como líquido, circula por afluentes, quebradas y mares. En su forma sólida, se localiza en las regiones polares y cuando masas de líquido de superficie se solidifican. Finalmente, en estado gaseoso como vaho de líquido, está presente en la atmósfera.

Figura 1*Estados del agua.*

Nota. Extraído de (cicloescolar.com, s.f.).

2.2.2. Propiedades del agua

Aludiendo a Anticona (2022), dicho escritor muestra que las particularidades del H₂O son:

- a) **Propiedades físicas:** Propiedades fundamentalmente asociados a sus cualidades sensoriales y a las transiciones de fase que experimenta en el medio natural (estado líquido, sólido y gaseoso).

- b)** Propiedades químicas: Características que establecen la idoneidad del recurso hídrico, las cuales pueden categorizarse en componentes de origen orgánico y elementos inorgánicos.
- c)** Propiedades biológicas: Estas particularidades penden de su configuración molecular, lo cual define su función biológica fundamental en los organismos vivos. Sus roles primarios incluyen:
- Función de regulador térmico, debido a que los puentes de hidrógeno presentes en el agua restringen el movimiento molecular, provocando que sus variaciones de temperatura ocurran gradualmente. Esta capacidad es crucial para los organismos y células, puesto que fluctuaciones térmicas abruptas en medios acuáticos causarían la desaparición de numerosas especies en ecosistemas como ríos y su entorno.
 - Sus elevados valores de capacidad calorífica y entalpía de vaporización (manifestados en efectos refrescantes como la transpiración y evaporación de esencias) permiten a los organismos mantener una temperatura corporal estable, posibilitando que numerosas reacciones bioquímicas se desarrollen dentro de rangos temporales óptimos.
 - Procede como medio de facturación de nutrimentos y desechos, tanto en el ambiente externo como en los sistemas biológicos. Por ejemplo, en las plantas conduce la savia como principal fluido, mientras que en los animales cumple esta función a través de fluidos circulatorios como la sangre y la linfa.

- Proporciona propiedades mecánicas de elasticidad y flexibilidad a los organismos, además de ejercer función lubricante al reducir la fricción entre estructuras orgánicas. Un ejemplo representativo es la esencial función del líquido sinovial en la articulación esquelética.
- Proporciona circulación eficiente y turgencia a los organismos mediante su propiedad de capilaridad, que permite el ascenso de fluidos a través de conductos delgados y superficies adyacentes que facilitan su movimiento, además de impedir la absorción acuosa provocando la hinchazón de ciertas estructuras. Este fenómeno capilar resulta esencial para la elevación de la savia a través de la xilema en los centros, tal como para los procesamiento de germinaciones seminales.
- Funciona como regulador del potencial de hidrógeno en sistemas biológicos, donde su capacidad amortiguadora permite neutralizar variaciones y mantener el equilibrio ácido-base corporal, estableciendo así una homeostasis química dinámica.
- El agua interviene en múltiples procesos metabólicos fundamentales, como los mecanismos respiratorios, reacciones de hidrólisis y transformaciones fotosintéticas. Adicionalmente, los patrimonios biológicos de macromoléculas celulares -ácidos nucleicos y proteínas- se manifiestan mediante interacciones moleculares con el medio acuoso circundante.

2.2.3. Características del agua

Ceupe (s.f.) Los primordiales atributos que posee el líquido son:

a) Densidad del Agua

Con densidad de 1 (0,9999 a 20°C), el líquido presenta una solidificación peculiar. Sus puentes de hidrógeno crean una estructura cristalina expandida que hace el helero menos denso que el H₂O líquida, permitiéndole flotar. Esta posesión es crucial para la vida, pues evita que los ecosistemas acuáticos se congelen completamente a partir del fondo.

b) Viscosidad del Agua

La viscosidad es la posesión de un claro que le permite ofrecer firmeza a cualquier inclinación, ya esté interno o general del flujo. Este indicador es determinante en las mermas de carga y, por consiguiente, cumple una función crucial en los procesos de procesamiento hídrico. Su valor decrece con el incremento del temple y acrecienta en función de la reunión de sólidos disueltos, razón por la cual el líquido marino presenta mayor viscosidad que el agua fluvial.

c) Calor Específico

Se precisa como la cuantía de brío térmica citada para aumentar en 1°C el temple de un Kg de líquido. Esta sustancia posee la capacidad calorífica específica más elevada conocida (4.180 J/kg/°C), la cual muestra variaciones dependiendo de la temperatura y alcanza su valor mínimo a los 35°C.

d) Calor Latente

Es la energía necesaria para cambiar de estado un mecanismo de masa a su temple de transición. El agua requiere más energía para vaporizarse que otros compuestos comunes, debido a la ruptura de sus puentes de

hidrógeno. Con un calor de vaporización de 539 kcal/kg, el vapor resultante posee elevada energía, siendo excelente para trasladar calor.

e) Tensión Superficial

La tensión de superficies es la fuerza de cohesión que actúa sobre la capa superficial de un fluido. El líquido presenta valores excepcionalmente altos de esta propiedad a causa de sus puentes de hidrógeno. Esta tensión reduce progresivamente con el incremento del temple y su unidad de medida en las Sistemáticas Internacionales es el N/m.

f) Conductividad

El líquido bebible posee una cabida moderada para conducir la electricidad, incrementándose notablemente esta propiedad al adicionarle sales u demás compuestos ionizables. Su mecanismo de medida convencional es el $\mu\text{S}/\text{cm}$.

g) Color

El H₂O pura posee un ligero matiz azul-verdoso visible en grandiosos volúmenes. El tono afecta la apariencia del agua potable y puede teñir productos manufacturados.

Su medición se realiza comparando con patrones de K₂PtCl₆ y CoCl₂ expresándose en unidades Pt-Co (Hazen) o escala Pt.

h) Turbidez

La turbidez mide el problema del H₂O para pasar la luminaria debido a partículas suspendidas, muy pequeñas o coloidales, que son difíciles de sedimentar y filtrar.

Su cálculo se basa en la comparación con estándares de turbidez usando instrumentos llamados turbidímetros.

Junto con el tono y las conductividades, la turbidez sirve como indicador para valorar la condición del líquido.

2.2.4. Tipos de fuentes de agua

(Zaira, 2023) Alude los tipos de fuentes de líquido que se encuentran en el diverso mundo y su importancia para existencia en la Tierra, entre ellos poseemos:

1. Ríos

Los cauces fluviales constituyen uno de los recursos hídricos más reconocidos y relevantes a nivel global. Estos cursos de agua discurren de manera permanente desde sus nacientes en zonas montañosas o fuentes nativas hasta desembocar en océanos y mares. Los afluentes cumplen una función esencial para las urbes humanas y la diversidad biológica, al suministrar líquido para ingesta humana, apoyo a la agricultura mediante riego y espacios vitales para nutridas especies de vegetación y fauna.

2. Lagos

Las masas lacustres constituyen depósitos de líquido estancada que presentan una amplia variabilidad dimensional, a partir de extensiones reducidas hasta sistemas de considerable magnitud. Su origen puede ser natural, al ocupar depresiones topográficas, o antropogénico, mediante la construcción de represas. Estos ecosistemas cumplen funciones cruciales en las regulaciones del ciclo hidrológico y la

preservación de las diversidades biológicas, sustentando la supervivencia de numerosas especies de aves acuáticas y peces.

3. Manantiales

Los veneros constituyen afloramientos nativos de agua acuífera que emergen a la superficie. Presentan una considerable variabilidad en su caudal, desde pequeños flujos que surgen de fisuras rocosas hasta importantes descargas de agua que manan con fuerza. Estas fuentes son frecuentemente valoradas por la frescura y pureza de sus aguas, además de poseer en muchas culturas un relevante significado tradicional y espiritual.

4. Cataratas

Las cascadas son formaciones nativas constituidas por descensos abruptos de líquido, generadas cuando un curso fluvial se desplaza sobre desniveles precipicios o rocosos. Estos fenómenos geológicos destacan por su majestuosidad escénica y frecuentemente se transforman en atractivos turísticos de gran relevancia.

5. Glaciares

Los glaciares constituyen reservorios hídricos singulares formados por la acumulación y compactación de nieve en zonas montañosas. Durante el deshielo, el líquido generada escurre progresivamente hacia los valles y cauces fluviales, aportando significativamente al suministro de agua dulce en diversas regiones. Estas masas de hielo funcionan además como indicadores esenciales de la variación climática, puesto que su reducción evidencia el incremento del temple global.

6. Océanos y Mares

Si bien los mares y océanos no son comúnmente percibidos como fuentes hídricas convencionales, representan la mayor reserva de líquidos del planeta. Ocupan más del 70 por ciento de la superficie terrenal y cumplen una función fundamental en la regulación climática y el sostenimiento de la vida. Resultan esenciales para las diligencias pesqueras y el comercio naval, además de albergar una extraordinaria biodiversidad marina.

2.2.5. Calidad de agua

Las condiciones cualitativas del líquido representan un indicador fundamental para la evaluación de los sistemas hídricos, tanto en su dimensión ambiental como en la planificación y administración hidrológica, pues determina su capacidad para sustentar ecosistemas y satisfacer usos antrópicos. Esta condición puede alterarse por procesos naturales o influencias externas. Cuando agentes ajenos al ciclo hidrológico deterioran su estado natural, se configura contaminación hídrica. La prevención, monitoreo y solución de esta problemática constituye un eje fundamental en políticas avanzadas de gestión integrada de recursos hídricos. (Confederación Hidrográfica del Júcar, s.f.)

Las condiciones del recurso hídrico se conceptualizan como el grupo de atributos que precisan sus propiedades químicas, biológicas y físicas en función de su destino final. Su degradación puede originarse por causas naturales, condiciones climáticas, estado de la infraestructura de conducción, contaminación de la superficie o reunión de componentes nativos del subsuelo.

Durante su tránsito por los sistemas de colocación, el agua puede unir diversos elementos que cambian sus características iniciales precedentemente de conseguir los puntos de ingesta. (e-Lab, s.f.)

Figura 2

Calidad del agua.



Nota. Imagen recopilada de (ACONSA, 2022).

Villena, (2018) En su publicación científica se indica que “La condición del recurso hídrico forma un parámetro ecológico esencial para la salubridad pública y el progreso económica. En el contexto peruano, la composición mineralógica asociada a la cordillera de los Andes y la economía basada en actividades extractivas mineras crean condiciones propicias para la diseminación de poluciones químicas, particularmente metales sólidos, que inclusive afectan el líquido bebible, generando una exhibición poblacional continua a riesgos crónicos que están alcanzando niveles críticos. La polución de las cuencas hidrográficas genera exposición diferencial: cadmio en el norte peruano, plomo en la región céntrica y As en el sur”.

2.2.6. Importancia de la calidad de agua

El líquido constituye una necesidad fundamental e imprescindible para la duración de los seres vivaces. La existencia sin este recurso resulta imposible, por lo que su condición reviste crucial importancia. Así lo corrobora la OMS, que enfatiza cómo el acceso a H₂O salubre y potable representa uno de los derechos humanos esenciales (Instituto del Agua, s.f.).

En consecuencia, resulta fundamental señalar que las condiciones hídricas se vinculan con sus propiedades biológicas y químicos, físicos. Aunque conceptualmente se considera potable cuando carece de microorganismos patógenos, compuestos tóxicos y elementos que afecten sus particularidades organolépticas, la cuestión trasciende considerablemente estos indicadores básicos.

El líquido pulucionado puede albergar microorganismos patógenos, parásitos, agentes virales, elementos metálicos sólidos y demás compuestos tóxicos. Estos agentes contaminantes poseen la cabida de provocar tanto trastornos agudos como gastroenteritis, como también patologías crónicas y severas, entre ellas cólera, paludismo e inclusive procesos oncogénicos.

En consecuencia, asegurar la condición del líquido para consumo humano resulta fundamental para prevenir enfermedades y resguardar la salud pública. Además, la OMS calcula que anualmente sería posible evitar 1.8 millones de fallecimientos mediante el mejoramiento del camino a H₂O potable, servicios de higiene y condiciones higiénicas adecuadas.

Inclusive la estabilidad económica se halla directamente relacionada con la condición del recurso hídrico. La población afectada por enfermedades no

puede desarrollar sus labores con eficacia, mientras que el procesamiento de patologías hídricas genera elevados costes para los sistemas sanitarios.

En consecuencia, resulta indispensable que los organismos reguladores realicen supervisiones y controles periódicos de las condiciones hídricas consignada a la ingesta humana, implementando y aplicando estándares que garanticen su condición potable de manera permanente.

La salubridad del líquido bebible para uso humano constituye, indiscutiblemente, un pilar fundamental para nuestro bienestar y preservación. Sin un recurso hídrico seguro y salubre, nuestra propia existencia se encontraría amenazada.

2.2.7. Parámetros físico - químicos para la calidad de agua

ACONSA, (2022) señala que los indicadores fundamentales a valorar son:

a) Temperatura

El temple incide en solubilidades de los gases, el progreso y el metabolismo de la biota acuática, entre demás factores. Asimismo, determina la densidad del líquido, lo cual influye en la mezcla de masas hídricas y el transporte de poluciones y nutrimentos en el medio acuático. Esto simboliza que, por ejemplo, la proliferación de microbios patógenas en el H₂O depende significativamente del temple, convirtiéndola en uno de los indicadores esenciales para valorar la condición del recurso hídrico.

El intervalo térmico apropiado para el agua de ingesta según la norma española se establece por debajo de los 20 grados Celsius.

b) Turbidez

La turbidez se relaciona con la cabida de penetración lumínica en el líquido y con la facultad de las entidades marítimas para visualizar tanto sus presas como sus depredadores. Este indicador se ve alterado por la reunión de partículas en suspensión en el medio acuático.

La falta de transparencia puede limitar la irradiación solar en la columna de líquido, afectando el desarrollo de la vegetación subacuática y, consecuentemente, la producción de oxígeno disuelto que estas especies generan mediante fotosíntesis. Esto deriva en impactos sobre las poblaciones de organismos marítimos que penden de dicho oxígeno para su supervivencia.

La elevada turbidez puede generar apariencia nubosa en el líquido y ocasionar obstrucciones en los filtros y demás equipos de procesamiento hídrico. Adicionalmente, los altos niveles de turbiedad pueden crear ambientes propicios para el desarrollo de bacterias patógenas y reducir la eficacia de los desinfectantes para eliminar dichos microorganismos.

La medición de turbidez se realiza convencionalmente en NTU. La normativa europea instituye un LM de 5 NTU para el H₂O consignada a ingesta humana.

c) Color

La coloración del agua es producida por los compuestos disueltos en la misma, pudiendo verse influenciada por el pH, parámetro que se detalla en los estándares químicos del recurso hídrico. La tonalidad puede emplearse como indicador de la existencia de determinadas sustancias en el H₂O,

como Fe o manganeso. Concentraciones elevadas de color también pueden señalar la existencia de agentes contaminantes en el medio acuático.

La coloración del líquido se cuantifica mediante la escala Pt-Co, estableciéndose en la normativa europea y española un límite máximo de 15 mg/L. El valor Pt-Co representa un índice numérico que determina la intensidad cromática en una muestra de líquido. Dicha escala presenta un rango a partir de 0 (ausencia de coloración) hasta 500 (coloración intensamente oscura).

d) Potencial hidrógeno (pH)

El pH cuantifica la reunión de H^+ en una muestra de H_2O , representando una medición que instituye el nivel de acidez o alcalinidad de unas soluciones mediante una escala numérica de 0 a 14. La acidez se incrementa cuando el valor de pH desciende; si el pH es mínimo a 7, la solución se considera ácida, en tanto que si supera 7 se clasifica como ácida o básica, correspondiendo el valor 7 a una solución neutra. (Palacios Pillajo & Velastegui Quinteros, 2020)

e) Sólidos Totales Disueltos

Los sólidos disueltos, con dimensiones menores a 2 micras, corresponden a cualquier sustancia salina, mineral, molecular o metálica en forma catiónica, atómica o aniónica presente en solución acuosa. Los TDS (Sólidos Totales Disueltos) incluyen sales inorgánicas (fundamentalmente Mg, Ca, sodio, potasio, cloruros, bicarbonatos y sulfatos) junto con

pequeñas simetrías de MO soluble en el medio hídrico. La TDS corresponde a la totalidad de sustancias filtrables presentes en el agua que pueden cuantificarse mediante métodos gravimétricos. Empero, en la generalidad de los casos, los TDS están constituidos predominantemente por iones. Estos indicadores se emplean fundamentalmente en la evaluación de la condición de cuerpos hídricos naturales, tanto superficiales como acuíferos. (Hach Company, s.f.)

f) Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica se corresponde con la reunión de sales disueltas, cuya segregación iónica crea aniones y cationes con capacidad para transportar corriente eléctrica cuando el fluido se somete a un campo electromagnético. Esta propiedad se expresa en unidades de S/cm. (Palacios Pillajo & Velastegui Quinteros, 2020)

g) Dureza

La dureza constituye una posesión química del líquido determinada por la reunión de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y, en algunos casos, nitratos de Mg o Ca. También contribuyen a esta característica sales de Fe, cobre, Mg, bario, plomo y zinc, presentes en proporciones menores. La dureza cálcica corresponde específicamente a la concentración de calcio, la dureza magnésica a la de magnesio, y la dureza total equivale a la suma de ambos cationes ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$).

La dureza hídrica es generada por cationes metálicos divalentes, los cuales tienen la cabida de reaccionar con los jabones formando compuestos insolubles, y con aniones presentes en el medio acuoso para

producir depósitos calcáreos. Los iones positivos que provocan esta característica incluyen: magnesio (Mg^{2+}), calcio (Ca^{2+}), hierro (Fe^{2+}), estroncio (Sr^{2+}) y Manganeso (Mn^{2+}); mientras que los aniones vinculados con estos procesos son: bicarbonatos (HCO_3^-), cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-}) y nitratos (NO_3^-) (Palacios Pillajo & Velastegui Quinteros, 2020).

2.2.8. Parámetros bacteriológicos de calidad de agua

a) Coliformes totales

b) Se designan con este término los microorganismos que toleran temple de hasta $45^{\circ}C$, constituyendo un conjunto limitado que funciona como indicador de condición por su origen. Predomina *Escherichia coli*, aunque ocasionalmente se detectan *Klebsiella pneumoniae* y *Citrobacter freundii*. Estas dos novísimas especies, si bien integran el grupo de los col. termotolerantes, generalmente poseen principio ambiental (recursos hídricos, flora y áreas) y solo excepcionalmente forman parte del microbiota habitual (Sotil, 2017).

c) Coliformes termotolerantes

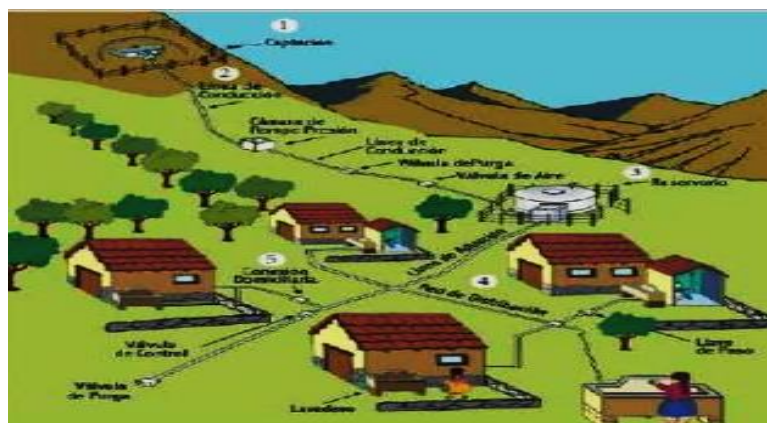
Los col. totales comprenden varios géneros bacterianos como *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*, entre los más frecuentes. Dentro de este conjunto, únicamente la *Escherichia coli* posee origen fecal, constituyendo el denominado "coliforme fecal", caracterizado por su capacidad de desarrollarse a $44^{\circ}C$, a diferencia de los demás col. que no toleran dicho temple. En la actualidad, estas bacterias de procedencia fecal se denominan "termotolerantes" (Mamani Mamani, 2021).

2.2.9. Abastecimiento de agua

Los sistemas de suministro hídrico son las infraestructuras que posibilitan el traslado del recurso hídrico a partir de sus fuentes nativas -ya sean acuíferas, superficiales o pluviales- hasta los puntos de utilización, avalando los volúmenes y estándares de condición necesarios. Este conjunto de obras de ingeniería y componentes (conductos, estructuras subsidiarias y compendios auxiliares) está diseñado para procesar, transportar, acopiar y repartir el H₂O a partir de su captación hasta las viviendas de los consumidores, cubriendo de esta manera las demandas de la comunidad. La infraestructura de abastecimiento hídrico puede categorizarse como el tipo de usuario en sistemas rurales o urbanos. Pues los sistemas urbanos presentan una configuración compleja, las redes de suministro rurales generalmente son técnicamente más simples y en su mayoría carecen de redes de distribución extensivas, esgrimiendo en su zona fuentes oficiales o grifos de uso colectivo, o conexiones familiares o domiciliarias (Barreto Dillon, s.f.).

Figura 3

Sistema de abastecimiento de agua potable.



Nota. Imagen referenciada de (Bayona, 2016).

2.2.10. Riesgos ambientales

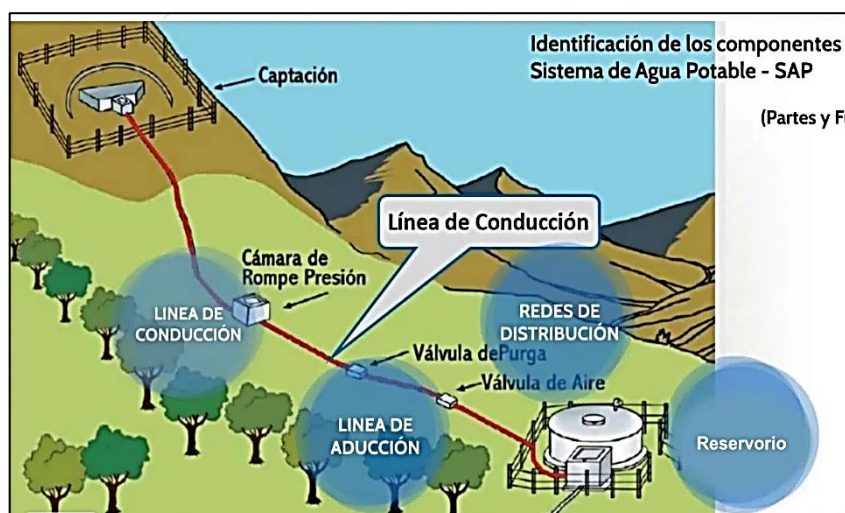
Aludido por (Vilela Aguilar, 2023) Señala que una red de suministro y colocación de líquido bebible puede integrarse mediante uno o varios de los componentes siguientes:

- a) **Captación:** El origen del recurso hídrico puede corresponder a fuentes de superficies, acuíferas o precipitaciones atmosféricas, constituyendo el punto de extracción que proveerá del líquido a la comunidad. Entre las modalidades principales de captación se encuentran:
- Presa fija con canal de derivación
 - Presa fija sin conducto de desviación
 - Cámara subacuática
 - Embarcación flotante
 - Naciente subacuático
 - Naciente de vertiente
 - Perforación subterránea
 - Zanjas de infiltración
- b) **Línea de conducción o impulsión:** Elementos de conducción que trasladan el líquido atraída hacia la infraestructura subsiguiente, pudiendo corresponder a una PTAP o a un depósito de almacenamiento.
- c) **Planta de tratamiento:** Se requiere cuando el agua captada debe someterse a procesos de potabilización antes de su distribución. La infraestructura consta de múltiples unidades interconectadas.

- d) **Reservorio o tanque elevado:** Infraestructura diseñada para sujetar el caudal requerido que suministra a la población. Debe ubicarse en las proximidades del núcleo urbano y disponer de una elevación topográfica que asegure las presiones hidráulicas mínima necesaria en toda la red de colocación.
- e) **Línea de aducción y redes de distribución:** Elementos constitutivos de las redes de abastecimiento que facilitan la colocación del líquido bebible desde el depósito de acopio hasta cada vivienda, mediante la implementación de tuberías, accesorios y empalmes domiciliarios.
- f) **Conexiones domiciliarias:** Constituyen infraestructuras que posibilitan el enlace de cada unidad habitacional con la red principal de abastecimiento mediante una tubería de conexión, requiriendo su ubicación en la fachada principal de cada vivienda.

Figura 4

Componentes del sistema de abastecimiento de agua.



Nota. Imagen referenciada de (Chavez, 2024).

2.2.11. Tipos de sistema de abastecimiento de agua

De acuerdo con el PNASR (2004), es posible identificar alternativas de ingeniería mediante esquemas no convencionales y convencionales para el suministro de agua:

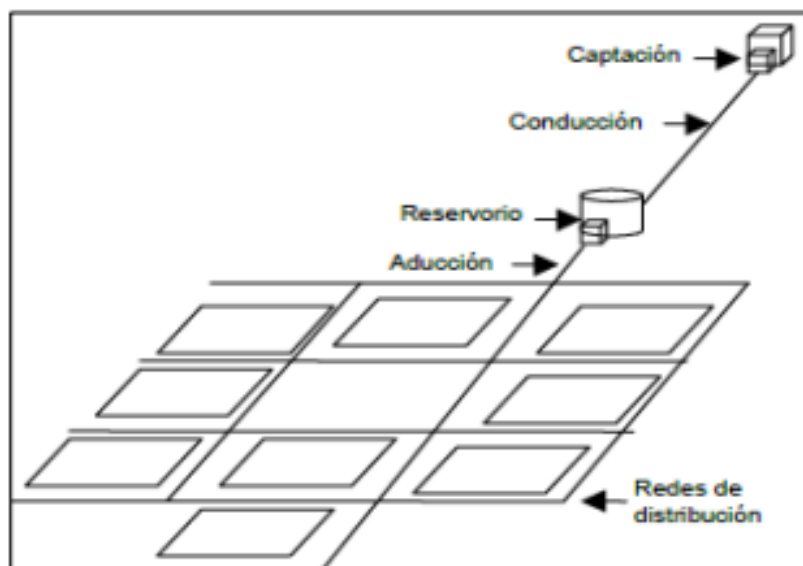
1) Sistemas convencionales: Constituyen sistemáticas que conducen el servicio de líquido bebible hasta las unidades habitacionales mediante una red de distribución integrada, la cual se extiende hasta las conexiones domiciliarias o fuentes de uso colectivo.

1.1) Sistemas por gravedad: Se diferencian por ubicar la atracción en una cota topográfica superior al área de almacenamiento, permitiendo el transporte del recurso hídrico mediante conducciones por gravedad hacia el depósito regulador, desde donde se inicia el proceso de distribución.

a) Sin tratamiento. - Sistemas que utilizan recursos hídricos subterráneos obtenidos mediante manantiales o galerías de infiltración. La particularidad radica en que el agua proveniente de estas fuentes presenta características cualitativas adecuadas que no requieren procesos de procesamiento complejos, siendo suficiente la aplicación de desinfección para su consumo.

Figura 5

Sistema por gravedad sin tratamiento.



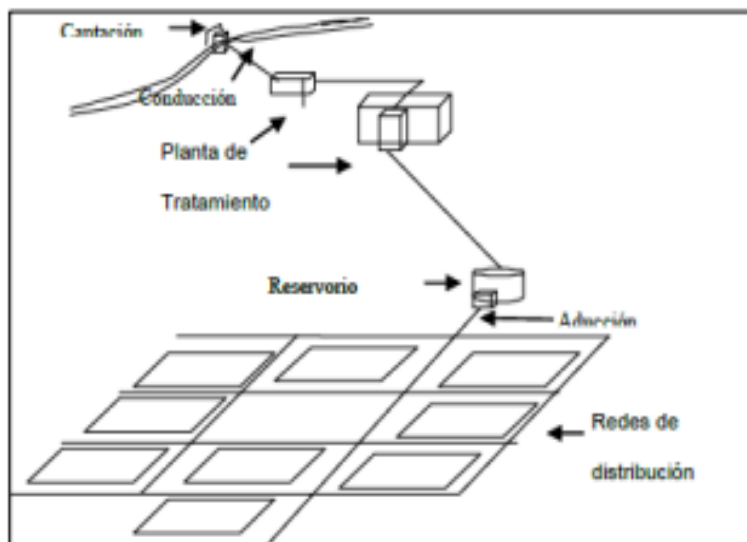
Nota. Recuperado de (PRONASAR, 2004).

La ventaja primordial de esta tipología de sistemas radica en su autonomía energética y la deflación significativa de los costes operativos y de mantenimiento.

- b) Con tratamiento.** - Estas redes de suministro se proveen de fuentes hídricas de áreas como afluentes, quebradas y conductos artificiales, que por sus propiedades naturales necesitan someterse a procesos de purificación con anterioridad a su colocación. Se instalan estaciones de procesamiento con la finalidad de mejorar los indicadores de condición y asegurar que el recurso sea apropiado para la ingesta humana.

Figura 6

Sistema por gravedad con tratamiento.



Nota. Recuperado de (PRONASAR, 2004).

Semejante que la sistemática precedente, no necesita fuentes energéticas externas, pero implica mayores inversiones; tanto en la fase constructiva, a causa de las instalaciones de procesamiento, como en la fase operativa y de sustento, donde se solicita personal calificado para el funcionamiento óptimo de la planta. Esta situación se traduce en un incremento de la tarifa familiar mensual.

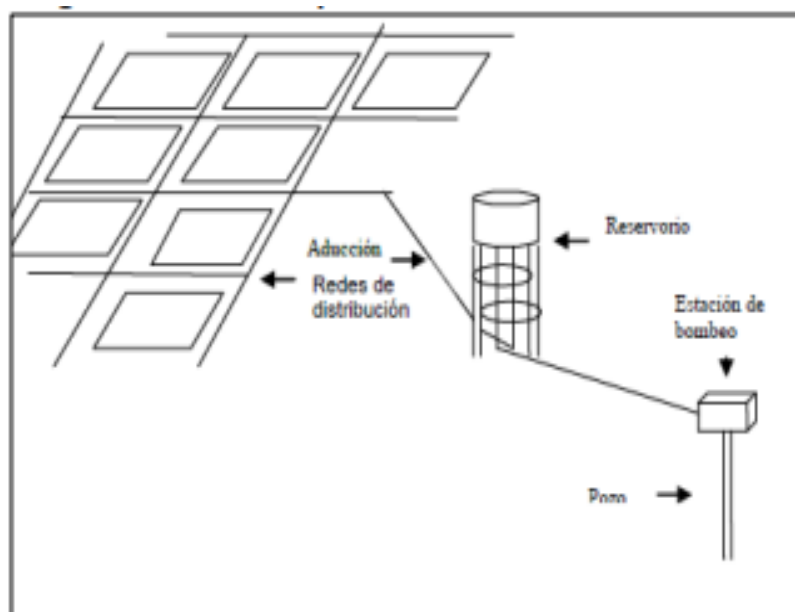
1.2) Sistemas por bombeo. Se diferencian por presentar la captación en una cota inferior a la ubicación del almacenamiento, requiriendo equipos de comba para elevar el líquido hacia un almacén regulador previo a su colocación.

a) Sin tratamiento. - Sistemáticas que utilizan recursos hídricos subterráneos extraídos mediante equipadas con bombillos

submarinos para impulsar las perforaciones, líquido hacia el almacén de acopio.

Figura 7

Sistema por bombeo sin tratamiento.



Nota. Recuperado de (PRONASAR, 2004).

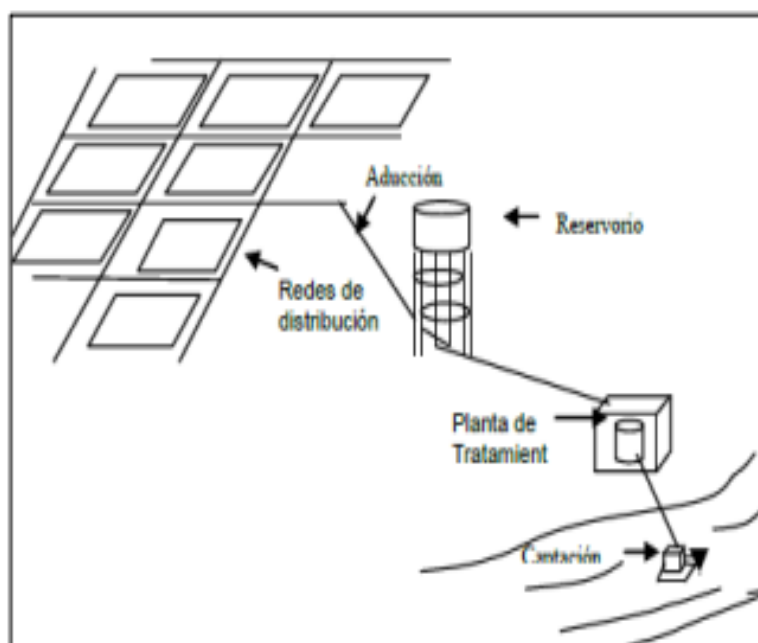
Esta configuración ofrece mayor garantía sanitaria al utilizar recursos hídricos de condición superior, aunque requiere mayor alteración inicial por la construcción del cenagal e implementación de las sistemáticas de impulsión, sumado a la necesidad de personal competente para la maniobra y sustento de la infraestructura.

b) Con tratamiento. - En estos sistemas, la captación se realiza desde fuentes superficiales localizadas en una cota inferior a la comunidad usuaria, requiriendo un centro de procesamiento

dada con equipos de comba que inducen el líquido hacia los reservorios tras completar el proceso de potabilización.

Figura 8

Sistema por bombeo con tratamiento



Nota. Recuperado de (PRONASAR, 2004).

Constituye el sistema de mayor complejidad técnica y requerimiento económico, a causa de la ejecución de centro de procesamiento y estaciones de bombeo, generando conjuntamente mayores costos operativos para los usuarios a fin de avalar su trabajo continuo.

- 2) Sistemas no convencionales:** Constituyen sistemáticas descentralizados para la producción de líquido bebible a escala multifamiliar o familiar, al no utilizar redes de colocación domiciliaria. Frecuentemente solicitan procesos manuales de acarreo, transporte,

almacenamiento y desinfección del recurso hídrico para el consumo familiar. Entre estas alternativas se incluyen:

- Perforaciones con mecanismos de extracción manual
- Sistemas de filtración domésticos
- Recolección de precipitaciones pluviales.
- Resguardo de nacientes naturales

2.2.12. Estándar de calidad ambiental para el agua (ECA)

Como el Instituto de la condición Ambiental (2023), la ECA constituye el marco de referencia para evaluar la etapa del recurso hídrico en el medio ambiente, sea destinado a consumo humano, actividades agrícolas o procesos industriales adentro de un ámbito urbano, regional o nacional.

De igual forma, este instrumento de evaluación se fundamenta en los valores de reunión de componentes o indicadores existentes en el recurso hídrico como organismo receptor, entendido como aquel que no debe formar una amenaza relevante para la salubridad pública ni para los ambientes.

El ECA para el recurso hídrico, al igual que los demás estándares de esta categoría, no posee carácter vinculante a partir del panorama jurídico, ya que su función primordial es valer como base para la fórmula de políticas oficiales ambientales y no para cuantificar emisiones específicas de agentes particulares, pues su objetivo fundamental es definir un umbral admisible de condición para las descargas generadas colectivamente por la sociedad.

Dentro de la extensión de la aplicación de ECA para H₂O estos se hallan colectivos en 4 clases:

Clase 1: Recreacional y poblacional

Clase 2: Diligencias marino costeros

Clase 3: Bebida de animales y Regadío de vegetales

Clase 4: Preservación del Ambiente Acuático

2.3. Marco conceptual.

2.3.1. Calidad del agua

La condición del H₂O hace informe a las condiciones químicas, físicas y orgánicas del H₂O. Es una medida de la adecuación del líquido para un propósito específico, como gustar, bañarse, regar cultivos, pescar, o usarla en la industria. (Instituto del Agua, s.f.)

2.3.2. Abastecimiento de agua

El abastecimiento de H₂O es el sistema que admite llevar el H₂O dulce hasta los domicilios de la población. (OXFAM Intermón, s.f.)

2.3.3. Parámetros físicos

Los patrimonios físicos del líquido corresponden a propiedades cuantificables mediante técnicas de medición física, sin alterar su composición química o biológica. Estos indicadores proporcionan datos esenciales sobre la condición del recurso hídrico y son significativos en múltiples ámbitos, incluyendo el procesamiento de efluentes y la vigilancia ambiental. Entre ellos se incluyen: turbidez, SST, temple conductividad eléctrica y tono. (Bayona, 2016)

2.3.4. Parámetros microbiológicos

Las medidas biológicas constituyen parámetros que evidencian la existencia y diligencia de organismos activos, así macroscópicos como



microscópicos, en el medio acuático. Estos criterios son esenciales para valorar las calidades biológicas del recurso hídrico y su aptitud para diversos fines, tal como para supervisar el impacto de poluciones y el estado integral de los ambientes marítimos. Entre ellos destacan: DBO5, DQO, coliformes, entre otros., (Sricoth et al., 2017)

2.3.5. Parámetros químicos

Los indicadores químicos constituyen mediciones que consienten identificar y cuantificar sustancias químicas en estado disuelto o suspendido en el recurso hídrico. Estos indicadores resultan fundamentales para valorar las condiciones del líquido y su porte para diversos fines, tal como para realizar el seguimiento del impacto de las efusiones químicas en los ecosistemas acuáticos. Entre ellos se encuentran: pH, metales sólidos, oxígeno disuelto, entre otros., (Apaza, 2022).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

El examen se configuró con un diseño no experimental, ya que se examinó la condición del líquido en la Isla Flotable de los Uros en su contexto natural, donde las variables ya estaban presentes sin necesidad de manipularlas. Asimismo, la investigación adoptó un diseño transversal, puesto que la compilación de datos se ejecutó en un excelente instante temporal, con el propósito de narrar y examinar las inconstantes en un punto específico (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista , 2014).

3.2. Tipo de investigación

Afín con los fines planteados, al examen se categoriza como de tipo aplicado, ya que tiene como propósito implementar la infraestructura de suministro hídrico en las islas flotable de la comunidad Uros del lago Titicaca. Así mismo, conforme a lo postulado por Rodríguez (2008) esta investigación se enmarca dentro del siguiente enfoque:

- **Cuantitativo:** Para valorar la condición del H₂O mediante pruebas de laboratorio y analizar los datos obtenidos con métodos estadísticos.

- **Cualitativo:** Para comprender las percepciones, prácticas y hábitos de los habitantes de las islas respecto al uso y manejo del agua.

3.3. Procedimiento metodológico

3.3.1. *Objetivo 1: Diagnosticar el sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.*

Para desempeñar el presente objetivo se siguieron los siguientes procedimientos:

a. Planificación del diagnóstico

- Primero se identificó los orígenes de líquido disponibles.
- Después, se analizó el sistema de captación, facturación, almacenamiento y procesamiento.
- Se analizó las prácticas y percepciones de los habitantes sobre el abastecimiento de agua.

b. Ubicación del proyecto

Las Islas Flotable de los Uros están situadas en la parte occidental del Lago Titicaca, al noreste de Puno. Su sitio geográfico se define por la coordenada 15° 50' de longitud oeste y se encuentran a una elevación de alrededor de 3810 msnm, a una distancia de 7 kilómetros de Puno.

Límite: La delimitación geográfica de las islas flotable de los Uros es la siguiente:

- Por el Norte distritos de Coata y Huata
- Por el Sur con la Colectividad de Ojerani y Chimú
- Por el Este Con penínsulas de Chucuito y Capachica.

- Por el Oeste Uros Chulluni y isla Esteves.

Tabla 2

Coordenadas de los puntos de muestreo y/o diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.

Código	Ubicación/Lugar (isla)	Coordenadas	
		Este	Norte
P-1	Titicaca Lodge Perú	395472.00	8253743.00
P-2	Amalia Titicaca Lodge	395788.00	8253336.00
P-3	Uros Samaraña Uta Lodge	395891.00	8253006.00
P-4	Uros Khantati Lodge	396057.00	8252592.00
P-5	Uros Aruma Uro	395982.00	8252217.00

Figura 9

Ubicación de los puntos de muestreo y/o diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.



Nota. Extraído del Google Earth.

c. Selección de la muestra

- Se determinó que se va trabajar con 05 islas las cuales se mencionan en la tabla 2.
- Se seleccionó hogares representativos en cada isla flotante.

d. Recolección de información**Trabajo de campo:**

- **Observación directa:** Se inspeccionó la sistemática actual de atracción, transporte, acopio y procesamiento del líquido.
- **Entrevistas:** Se ejecutó entrevistas con líderes y habitantes para comprender las prácticas locales y los problemas percibidos.
- **Encuestas:** Se aplicó cuestionarios estructurados para recopilar datos sobre la cantidad de agua consumida, frecuencia de recolección, costos, etc.

3.3.2. Objetivo 2: Determinar la reunión fisicoquímica y microbiológica del agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.

Con el propósito de alcanzar dicho propósito, se ejecutó una caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua en las islas flotables de los Uros del lago Titicaca. Los datos resultantes fueron emitidos por el Recinto de Contextos Ambientales de la F.I.C.P. de la E.P.I.S.A. de la U.A.N.C.V. – Juliaca. Dicho análisis se verificó en 5 islas, empleando para la compilación de muestreos hídricos el Protocolo Nacional para el Control de las Condiciones de los Recursos Hídricos de Superficies.

Para ello se realizó los siguientes procedimientos:

a. Toma de muestra

La obtención de muestras se ejecutó tomando como referencia los procedimientos normalizados para la captación de muestreos y la cadena de protección a lo largo de su transferencia al recinto, con la finalidad de asegurar su preservación y estabilidad composicional de acuerdo con los lineamientos de la ANA (MINAM, 2010) aplicándose además el método conveniente en el D.S. N° 015-2015-MINAM.

En la que se ejecutó lo siguiente:

- Se monopolizó el equipo de amparo individual apropiado, conformado por calzado de seguridad, bata de laboratorio (o delantal), guantes, gorro quirúrgico y mascarilla facial.
- Posteriormente, al iniciar el procedimiento de muestreo, se realizó la medición del temple en el sitio.
- Como etapa final, se obtuvieron los muestreos hídricos de las cinco islas flotable de la comunidad Uros en el lago Titicaca, empleando recipientes de vidrio y polipropileno estériles, de abertura amplia y con cierres herméticos, los cuales fueron codificados con etiquetas identificativas para evitar posibles inconvenientes.
- Posteriormente, los muestreos fueron acondicionadas en una hielera con gel packs para preservar su condición original sin alteraciones.

- Una vez concluido este proceso, se procedió a su traslado al Recinto de las Condiciones Ambientales de la E.P.I.S.A. de la F.I.C.P. de la U.A.N.C.V.

b. Análisis de la concentración fisicoquímica

La cuantificación de las cuantificaciones microbiológicos y fisicoquímicos se ejecutaron por medio de la aplicación de los métodos siguientes:

- **Tono:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).
- **(*) pH:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023. pH Value. Electrometric Method.
- **(*) Oxígeno Disuelto:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24th Ed. 2023. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
- **Dureza Total:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 24th Ed. 2023. Hardness. EDTA Titrimetric Method.
- **Sólidos Disueltos Totales:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 24th Ed. 2023. Solids. Total, Dissolved Solids Dried at 180° C.
- **Conductividad:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
- **Coliformes Termotolerantes (NMP):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant

(Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).

- **Coliformes Totales (NMP):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

c. Trabajo en gabinete

Tras la recepción de los hallazgos de recinto, los datos fueron fundados en el SME con el propósito de identificar, por medio de tablas y gráficos, los niveles de reunión encontrados. Subsiguientemente, se realizó la comparación de estos valores con las normas determinados en el método correspondiente.

3.4. Materiales y equipos

Los equipamientos y los instrumentos aplicados en este estudio se detallan a continuación.

a. Materiales

En este análisis se esgrimieron los materiales siguientes:

- Vasos de 0.5 y 1.0L.
- Frascos Erlenmeyer de 300mL.
- Probetas de 50.0mL.
- Pipetas serológicas de 5 y 10mL.
- Frascos de plástico de boca ancha.
- Papel toalla.

- Pipetas volumétricas clase A de 0.5, 1, 2, 3, 5, 10 y 20mL.
- Frascos de vidrio con válvula.
- Gotero.
- Paletas.
- Rotulador.
- Cooler de Tecnopor.
- Mandil.
- Manguitos descartables.

b. Equipos

- Balanza analítica
- Equipo multiparámetro.
- GPS.
- Contador de colonias.
- Equipo de cómputo
- Cámara fotográfica.
- EPPs.

3.5. Técnicas e instrumentos

3.5.1. Técnicas

Son el dispositivo que esgrime el estudiador para recoger y reconocer la pesquisa: Formularios, las escalas de opinión, las pruebas, y actitudes.

En este estudio para la recopilación de fichas se esgrimió las sistemáticas subsiguientes:

- **Observación directa:** Consiste en visitar las islas flotantes y registrar pesquisa sobre el método de abastecimiento, los contextos de infraestructura y el entorno ambiental
- **Entrevistas Semi-estructuradas:** Conversaciones guiadas con los líderes comunitarios y habitantes clave.
- **Encuestas Estructuradas:** Recolección de datos cuantitativos mediante cuestionarios aplicados a las familias.
- **Análisis de laboratorio:** Consta de la valoración microbiológica y fisicoquímica de muestreos de líquido recolectadas en desiguales puntos (fuente, almacenamiento y punto de consumo).
- **Revisión Documental:** Análisis de documentos oficiales, estudios previos, normativas y registros locales.

3.5.2. Instrumentos

Los instrumentos de compilación de datos constituyen algún recurso, formato o dispositivo —ya sea físico o digital— diseñado para capturar, reconocer o almacenar pesquisa.

En el presente estudio se hizo uso de dichos instrumentos:

- **Fichas de Observación:** Se realiza el registro del estado físico de infraestructura (tanques, tuberías, sistemas de captación).
- **Guía de Entrevista:** Constituye de interrogaciones abiertas sobre el uso y manejo del agua.
- **Cuestionarios:** Consta de escalas Likert e interrogaciones cerradas para evaluar el consumo de agua, frecuencia de uso y percepción de calidad.

- **Equipos de muestreo y análisis:** Laboratorio certificado para estudios de los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos.
- **Cámaras Fotográficas y GPS:** Es para documentar visualmente las condiciones de los sistemas y registrar ubicaciones exactas de las fuentes de H₂O y puntos de almacenamiento.
- **Normas y Estándares:** Documentos de referencia como los ECA para el H₂O determinados por el MINAM o la OMS para condición de H₂O dulce.

Tabla 3*Relación Técnica-Instrumento.*

Técnica	Instrumento
Observación Directa.	Ficha de observación, cámara fotográfica, GPS.
Entrevistas Semi-estructuradas.	Guía de entrevista.
Encuestas Estructuradas.	Cuestionario.
Análisis de Laboratorio.	Botellas estériles, equipo portátil para mediciones.
Revisión Documental.	Informes previos, regulaciones, estándares universales.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Hernández, Fernández y Baptista (2014) conceptualiza a la urbe como el grupo integral de sujetos, entes o componentes que poseen uno o múltiples atributos significativos para los objetivos del examen. A este respecto, para el



actual estudio se define como urbe al total de las islas artificiales flotable de la comunidad Uros situadas en el Lago Titicaca, en las proximidades de Puno. Según datos recientes, en las islas flotable de los Uros residen aproximadamente 1200 personas, distribuidas en unas 90 a 100 islas flotantes, con un promedio de 5-10 familias por isla.

3.6.2. Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2014) enseña que el muestreo es un subconjunto representativo de la urbe, elegido con técnicas específicas para ser estudiado. Para la presente investigación la muestra corresponde a las 05 islas de los uros (Titicaca Lodge Perú, Amalia Titicaca Lodge, Uros Samaraña Uta Lodge, Uros Khantati Lodge y Uros Aruma Uro). En donde, se realizó el muestreo de las aguas de cada una de estas islas, siendo una cuantía total de 50 L de líquido.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Sistema de abastecimiento de agua en las islas flotantes de los Uros del Lago Titicaca.

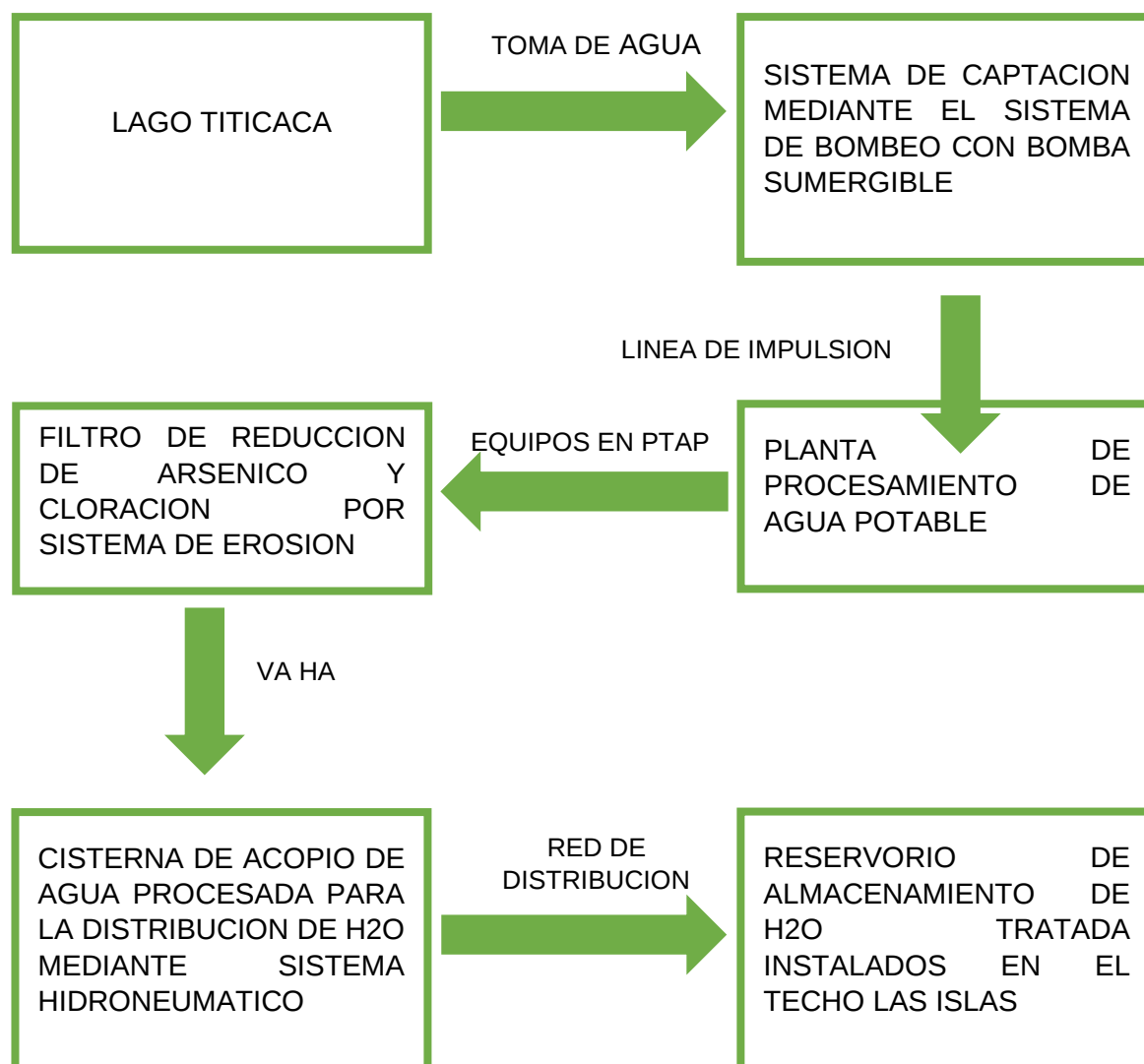
El sistema de abasto de líquido en las islas flotable de los Uros ha evolucionado con el tiempo debido a las condiciones particulares del lugar.

El sistema está conformado por la sistemática de H₂O potable, en donde se capta las aguas del Lago Titicaca, línea de impulso, centro de procesamiento de H₂O potables, redes de distribución y línea de aproximación.

Posteriormente, se describe el sistema presente, de las 05 Islas evaluadas:

Figura 10

Sistema del servicio de agua potable en las en las islas flotantes de los Uros del Lago Titicaca.

**DESCRIPCION:****1. CAPTACIÓN TIPO SUPERFICIAL (LAGO TITICACA):**

La toma de agua superficial del Lago Titicaca se efectúa mediante una conducción de aspiración, cuya rejilla de entrada se sitúa a 1.0 metro

del frente (área de tránsito de embarcaciones) de la isla flotable de los Uros.

El filtro de ingreso está fabricado en bronce fundido, con estructura de soporte y elemento de fijación en acero inoxidable, de diseño reticulado con perforaciones de 1 mm de diámetro, lo cual impedirá la entrada de átomos en suspensión presentes en el H₂O del Lago al Centro de procesamiento de líquido bebible.

2. LINEA DE IMPULSION:

Cuenta con una sistemática por impulso, esta tubería traslada el líquido a partir del punto de atracción hasta la cisterna. Las conducciones son ancladas con dados de concretos.

El diámetro de la tubería HDPE es de 32mm en diámetro externo, siendo el diámetro interno de 28.00mm, obteniendo así una velocidad de 0.8 m/s.

Los caudales de bombeo son de 0.48 lt/seg que transporta la tubería de impulsión, el cual es suficiente cuantía de líquido impulsada para proveer a la urbe.

3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE:

La Estación de Procesamientos de Líquido para Ingestas Humanas está constituida por un filtro eliminador de As, un mecanismo de desinfección mediante cloración por disolución, un depósito de acopio y un sistema de presión hidroneumática.

- **FILTRO PARA ELIMINAR EL ARSENICO:** Es un dispositivo diseñado para reducir o eliminar este contaminante del agua, haciéndola segura para la ingesta humana y demás usanzas. Este filtro es automatizado por contar con una válvula automática el cual mediante programación de fechas y horas se realizará automático el retro lavado. Este filtro cuenta con las siguientes partes: Empalme hembra HFPE PN 10, válvulas de ingreso, manómetro de ingreso, by pass y manómetro de salida.
- **SISTEMA DE CLORACIÓN POR EROSIÓN:** Es un método utilizado para desinfectar agua mediante el uso de tabletas de cloro sólido. Este sistema aprovecha el contacto del agua con las tabletas para liberar cloro de manera controlada a medida que estas se erosionan, excluyendo microorganismos perniciosos y afirmando que el líquido bebible sea idóneo para la ingesta humana. El clorinador en línea cuenta con caudales de cloración de 0.34 lt/seg – 1.04 lt/seg.
- **SISTEMA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO:** Posee un sistema fabricado en polietileno que permitirá suministrar agua a los depósitos elevados en cada una de las islas flotable; dicho tanque cuenta con conducciones de salida y entrada.
- **SISTEMA HIDRONEUMÁTICO:** Se trata de una infraestructura que integra un depósito de acumulación de agua y un equipo de bombeo para asegurar un abastecimiento con presión estable. Este depósito posee en su interior una vejiga que almacena el agua presurizada, además de contar con una cámara exclusiva para aire, cuya función es mantener el líquido bajo presión.

4.1.2. Concentración fisicoquímica y microbiológica del agua en las islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.

Consecutivamente, se muestran los hallazgos del examen efectuado por el Recinto de Condición Ambiental de la E.P.I.S.A. de la F.I.C.P. de la U.A.N.C.V. – Juliaca. La recolección de muestras se realizó en 5 islotes flotable de los Uros del lago Titicaca, de acuerdo con lo concreto en el Protocolo Nacional para el Control de las Condiciones de los Recursos del H₂O de Superficies.

Las tablas presentan los hallazgos de los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos desarrollados en cinco islas flotable de los Uros del lago Titicaca, los cuales fueron contrastados con el D.S. N° 004-2017-MINAM. Dicha normativa define los ECA para H₂O, correspondientes a la Clase 1 (Uso Recreacional y Poblacional), Subclase A: Aguas de superficies para elaboración de líquido bebible. El análisis incluyó los siguientes indicadores: Temperatura, pH, turbiedad, SDT, conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos, nitratos, durezas, oxígeno disuelto, col. totales y col. termotolerante.

Tabla 4

Concentración de los parámetros fisicoquímico y microbiológico del agua en las islas flotantes de los Uros del Lago Titicaca.

Parámetro	Unidad	P-1 (Titicaca Lodge Perú)	P-2 (Amalia Titicaca Lodge)	P-3 (Uros Samaraña Uta Lodge)	P-4 (Uros Khanatati Lodge)	P-5 (Uros Aruma Uro)	ECA - CAT 1. (SUB CAT. A, A1)
Temperatura	°C	14.74	14.50	14.63	14.70	14.72	Δ 3
pH	-	8.38	8.00	8.14	8.36	8.38	6.5 a 8.5
Turbiedad	NTU	0.96	0.80	0.91	0.94	0.91	5
Conductividad Eléctrica	μS/cm	1532.0	1500.0	1510.0	1530.0	1522.0	1500
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1147.8	1100.0	1124.0	1137.6	1142.8	1000
Cloruros	mg/L	289.0	280.0	277.0	287.0	285.0	250
Sulfatos	mg/L	283.0	270.0	283.0	273.0	278.0	250
Nitratos	mg/L	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	50
Dureza	mg/L	383.0	365.0	378.0	372.0	375.0	500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.32	6.00	6.01	6.30	6.18	≥ 6
Coliformes totales	NMP/100mL	180.0	150.0	174.0	160.0	169.0	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	68.0	56.0	62.0	60.0	64.0	20

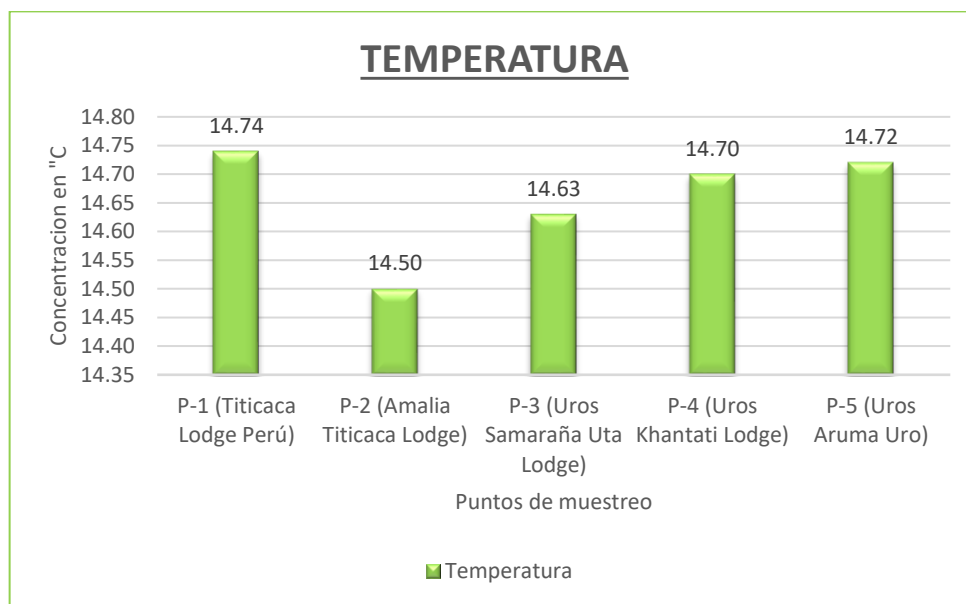
Se ve en la tabla 4 los clubs de los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos del H₂O en las islas flotable de los Uros del Lago Titicaca, presentan discrepancias significativas en relación con los ECA para H₂O, Clase 1, Subclase A. En los parámetros fisicoquímicos, el pH se encontró con rangos de 8.00 a 8.38, estos valores están dentro del rango permitido (6.5 a 8.5), mientras que el temple es adecuado como el delta permitido (Δ3 °C), la turbiedad se encontró con rangos de 0.80 a 0.96 NTU, estos valores están dentro del rango permitido (5 NTU). Sin embargo, las conductividades eléctricas se hallaron con rangos de 1500 a 1532 μS/cm y los SDT se encontró

con rangos de 1100 a 1147.8 mg/L estos valores exceden los límites establecidos (1500 μ S/cm y 1000 mg/L respectivamente), indicando una alta concentración de sales y posibles impactos en el uso potable. Asimismo, los valores de cloruros encontrados desde 277 a 289 mg/L y sulfatos desde 270 a 283 mg/L superan el estándar de 250 mg/L, sugiriendo polución por estos compuestos, los nitratos se encontraron con rangos de 0.02 a 0.03mg/L, estos valores están dentro del rango autorizado (50 mg/L), la dureza se encontró rangos de 365 a 383 mg/L, estos valores están dentro del rango autorizado (500 mg/L), para el OD se encontró rangos de 6 a 6.32 mg/L, estos valores están dentro del rango autorizado (≥ 6). Para el caso de los indicadores microbiológicos, tanto los col. totales se encontraron valores desde 150 a 180 NMP/100mL, así como los termotolerantes se encontraron valores desde 56 a 68 NMP/100mL, estos valores encontrados están muy por encima de los valores permisibles (50 y 20 NMP/100mL, respectivamente), lo cual evidencia un peligro significativo para la salubridad por polución fecal. Estos resultados reflejan un desafío censor para la conducción de la condición del líquido en estas comunidades, resaltando la necesidad de mediaciones en el procesamiento de aguas y control de fuentes contaminantes.

Seguidamente, se detallan las concentraciones de los distintos cuantificaciones microbiológicas y fisicoquímicos analizados en cinco islas flotable de los Uros del Lago Titicaca. Estos valores fueron contrastados con el D.S. N° 004-2017-MINAM, normativa que fija los ECA para líquido, correspondientes a la Clase 1: Uso Recreacional y Poblacional, Subclase A: H₂O de superficies precipitadas a la transformación de líquido bebible.

a. Temperatura:**Figura 11**

Concentración de la temperatura en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca.



Se ve en la figura 11, la reunión del temple en las aguas de las 5 islas flotable de los Uros del Lago Titicaca: P-1 (Titicaca Lodge Perú), P-2 (Amalia Titicaca Lodge), P-3 (Uros Samaraña Uta Lodge), P-4 (Uros Khantati Lodge) y P-5 (Uros Aruma Uro). Los valores registrados oscilan entre 14.50 °C (P-2) y 14.74 °C (P-1), con diferencias mínimas entre los puntos de muestra. Estos productos se hallan adentro del límite acreditado por el tipo de condiciones ambientales para aguas consignadas a las producciones de H₂O bebible, que admite un delta de 3 °C acerca del temple ambiental de la entidad de agua. La uniformidad de las temperaturas reflejadas en la figura sugiere una homogeneidad térmica en esta región del lago, posiblemente influenciada por condiciones ambientales estables y el sitio cercano de los puntos de muestra.

Sin embargo, es crucial considerar la influencia de diligencias humanas o variaciones estacionales que podrían alterar este parámetro.

b. Potencial de Hidrogeno:

Figura 12

Concentración del potencial de hidrogeno en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



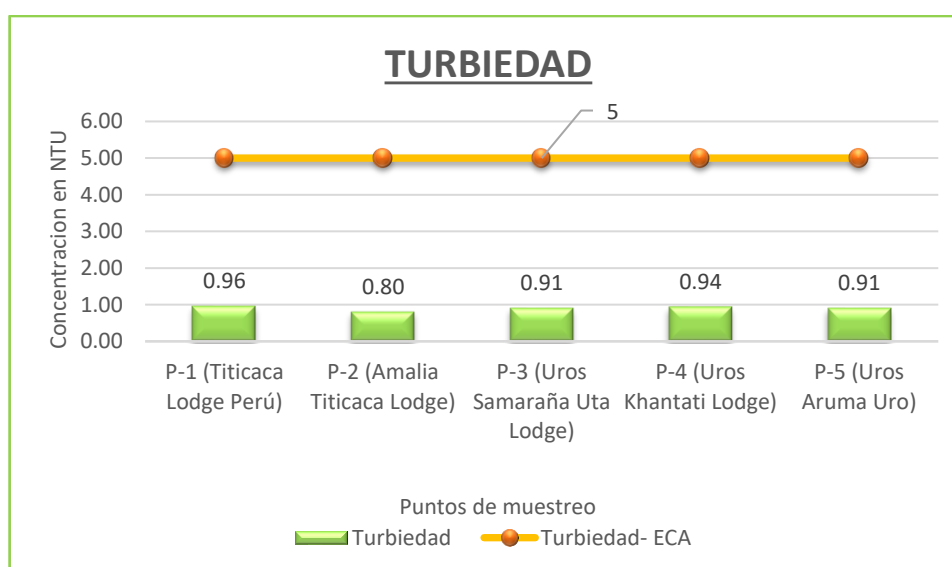
Se pueden ver en la figura 12 la reunión del pH en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del Lago Titicaca, comparadas con los ECA para líquido, clase 1, subcategoría A1. Los valores de pH varían entre 8.00 (P-2) y 8.38 (P-1 y P-5), encontrándose todos dentro del rango autorizado por el ECA (6.5 a 8.5). Este resultado indica que las aguas son ligeramente alcalinas, lo cual es propio de entidades de agua de alta montaña como el Lago Titicaca. La alcalinidad puede estar influenciada por procesos naturales, como la interacción con minerales del entorno, y por actividades humanas. Aunque los valores cumplen con los estándares, es importante monitorear este parámetro

para evitar posibles alteraciones que podrían afectar la condición del H₂O y su ecosistema.

c. Turbiedad:

Figura 13

Concentración de la turbiedad en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



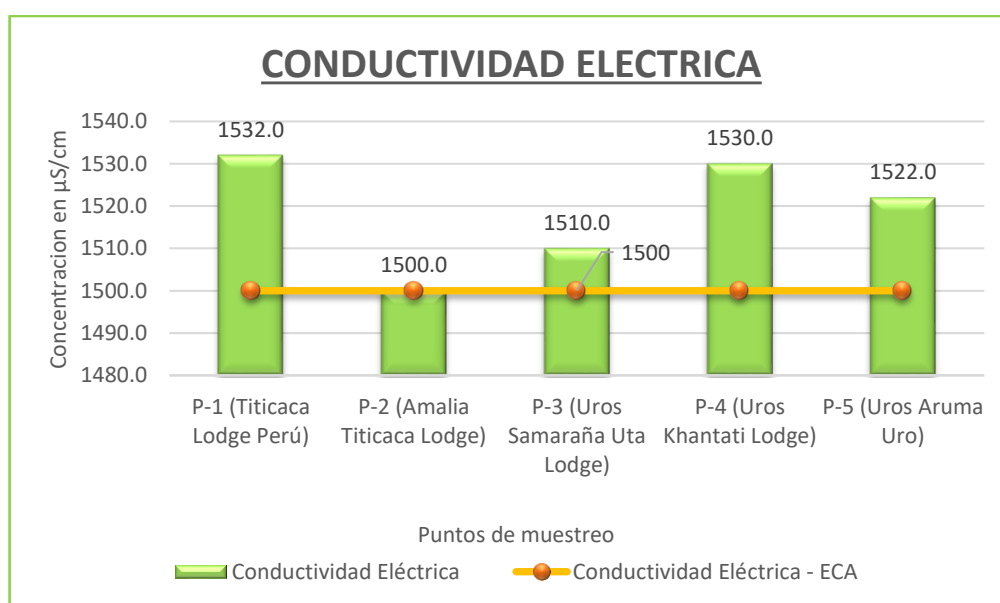
La figura 13, ilustra la concentración de turbiedad en las H₂O de las cinco islas flotable de los Uros del Lago Titicaca, en comparación con el término determinado por los ECA para Liquido, clase 1, subclase A1, que es de 5 NTU. Los valores registrados oscilan entre 0.80 NTU (P-2) y 0.96 NTU (P-1), manteniéndose todos significativamente por abajo del límite autorizado. Esto muestra que aguas presentan baja turbiedad, lo cual es favorable para su usanza como fuente de líquido bebible, pues facilita los procesos de procesamiento. Los niveles bajos de turbiedad sugieren una limitada existencia de átomos en suspensión como sedimentos, MO o

microorganismos, lo que podría deberse a una baja perturbación física en el entorno acuático o a una escasa influencia de fuentes externas de polución.

d. Conductividad Eléctrica:

Figura 14

Concentración de la Conductividad Eléctrica en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



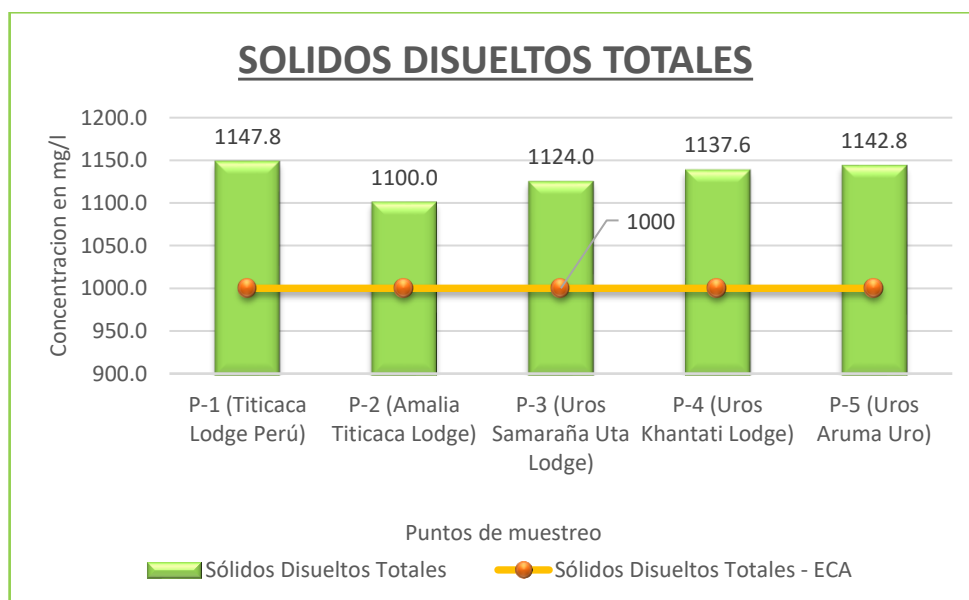
Se puede ver en la figura 14 la reunión de las conductividades eléctricas en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del Lago Titicaca, en comparación con el estándar concreto por los ECA para H₂O, clase 1, subclase A1, cuyo límite es de 1500 µS/cm. Los valores medidos varían entre 1500 µS/cm (P-2) y 1532 µS/cm (P-1), superando ligeramente el límite permitido en casi todos los puntos de muestreo excepto en P-2. Estos niveles elevados de conductividad eléctrica indican una elevada reunión de sales disueltas en el H₂O, lo que podría deberse a la influencia de descargas naturales o antropogénicas, como el derramado de aguas remanentes o el

arrastre de minerales del entorno. Aunque la desviación es leve, este parámetro requiere monitoreo continuo, ya que una mayor concentración de sales puede limitar la potabilidad del H₂O y afectar a los ecosistemas marítimos circundantes.

e. Sólidos Disueltos Totales:

Figura 15

Concentración de los Sólidos Disueltos Totales en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



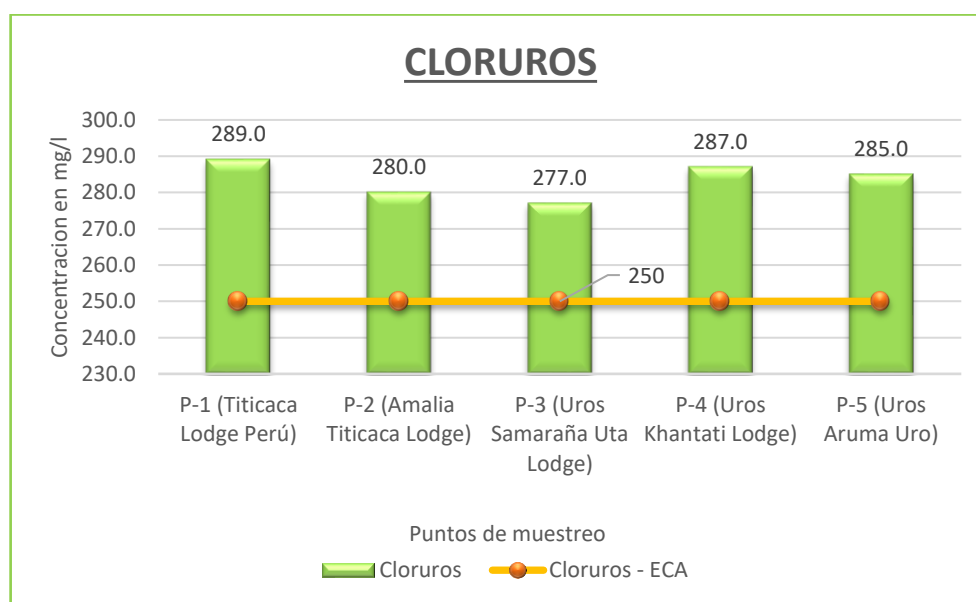
Se ve en la figura 15 la reunión de SDT en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del Lago Titicaca, comparadas con el límite señalado por los ECA para H₂O, clase 1, subclase A1, que es de 1000 mg/L. Los valores medidos blanden entre 1100 mg/L (P-2) y 1147.8 mg/L (P-1), superando en diversos de los puntos de muestra el límite permitido. Estas concentraciones indican una elevada presencia de minerales y sales disueltas, posiblemente derivadas de fuentes naturales, como la interacción con los sedimentos del

lago, y de actividades humanas, como descargas domésticas. Este exceso de SDT puede impactar negativamente en la condición del líquido, dificultando su procesamiento para ingestas humanas y afectando a las especies acuáticas que dependen de un equilibrio iónico en su hábitat. La situación subraya la necesidad de gestionar las fuentes de polución y de ejecutar un monitoreo incesante.

f. Cloruros:

Figura 16

Concentración de los cloruros en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



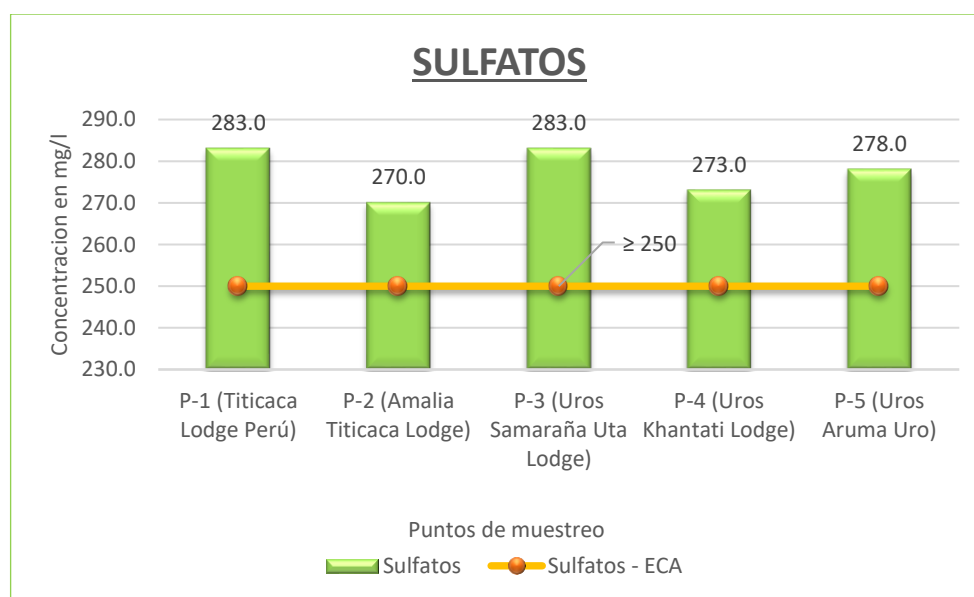
Se puede ver en la figura 16 la muchedumbre de cloruros en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del Lago Titicaca, en comparación con el límite señalado por los ECA para H₂O, clase 1, subclase A1, que es de 250 mg/L. Los valores inscritos blanden entre 277 mg/L (P-3) y 289 mg/L (P-1), excediendo el límite permitido en diversos de los puntos de muestra. Estas

reuniones indican una posible influencia de fuentes de polución, como infiltraciones de aguas residuales, restos domésticos o actividades agrícolas en las cercanías. El exceso de cloruros en el H₂O no solo afecta su condición para ingesta humana, sino que asimismo puede alterar las condiciones químicas del ecosistema acuático, impactando negativamente en la biodiversidad del lago. Este parámetro debe ser controlado con medidas de dirección ambiental que reduzcan las fuentes de ingreso de cloruros.

g. Sulfatos:

Figura 17

Concentración de los Sulfatos en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



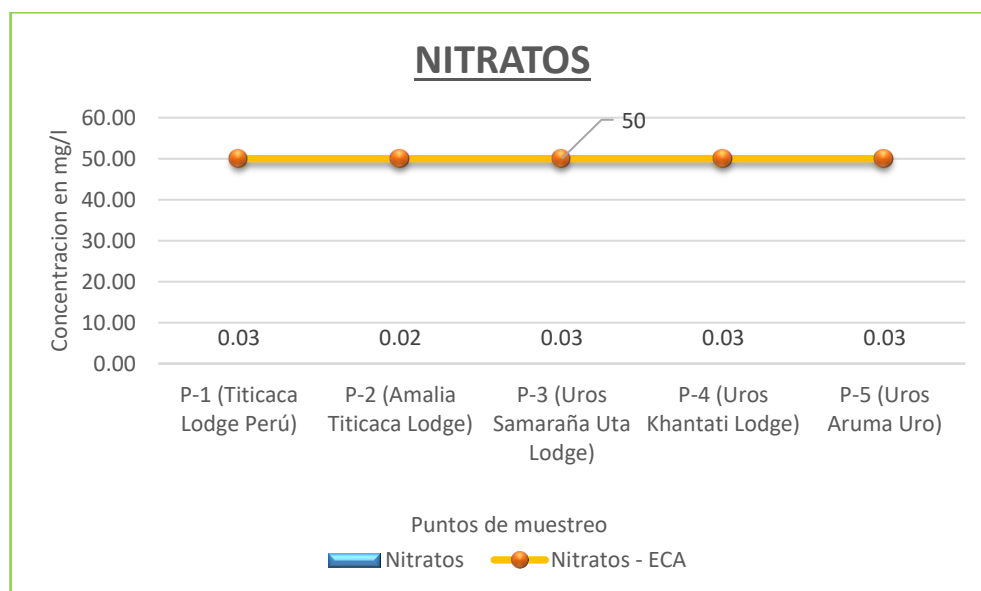
Se puede ver en la figura 17 la reunión de sulfatos en las aguas de cinco islas flotable de los Uros del lago Titicaca, comparadas con los ECA determinados para aguas de clase 1, subclase A1, consignadas a la producción de H₂O dulce. Los valores registrados en las islas varían entre 270

mg/L (P-2) y 283 mg/L (P-3), superando el LMP de 250 mg/L según los ECA. Esto evidencia que las aguas de las islas monitoreadas presentan niveles de sulfatos por encima de lo recomendado, lo que podría implicar riesgos para su uso poblacional o recreacional.

h. Nitratos:

Figura 18

Concentración de los Nitratos en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



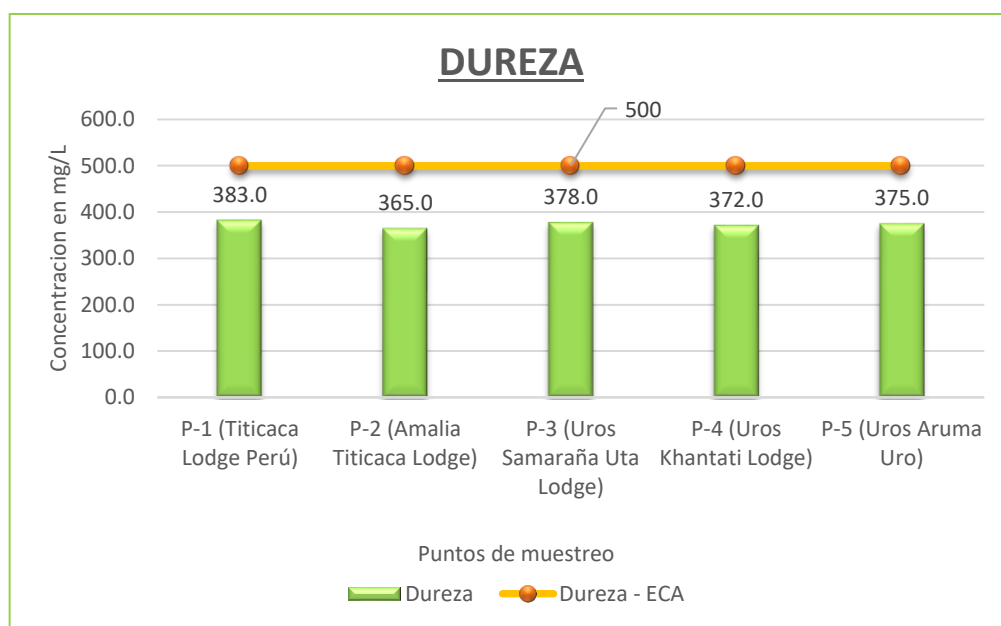
Se puede ver en la figura 18 la reunión de nitratos en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del lago Titicaca, comparadas con los ECA para aguas de Clase 1, Subclase A1, consignadas a la producción de H₂O dulce. Los hallazgos muestran concentraciones uniformes de 0.02 mg/L (P-2) a 0.03 mg/L (P-1, P-3, P-4 y P-5), valores significativamente inferiores al límite máximo determinado por los ECA, que es de 50 mg/L. Esto muestra que los líquidos de las islas flotantes cumplen ampliamente con los estándares en

cuanto a la presencia de nitratos, evidenciando condiciones favorables en este parámetro para su uso poblacional y recreacional.

i. **Dureza:**

Figura 19

Concentración de la Dureza en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.

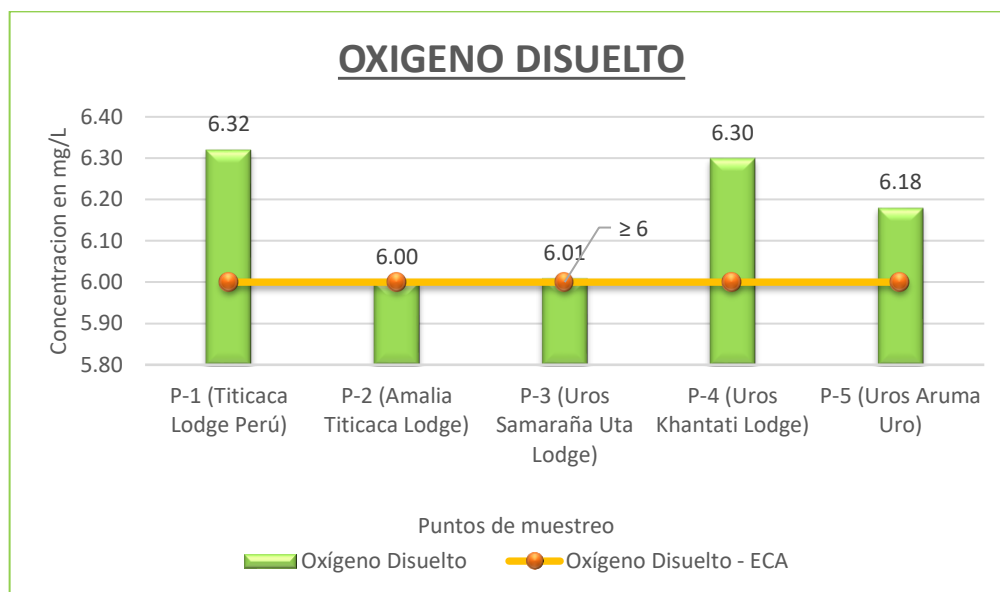


Se ve en la figura 19 la reunión de durezas en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del lago Titicaca, comparada con los ECA para H₂O de Clase 1, Subclase A1. Los valores registrados oscilan entre 365.0 mg/L (en el punto P-2, Amalia Titicaca Lodge) y 383.0 mg/L (en el punto P-1, Titicaca Lodge Perú), todas las concentraciones encontradas están por abajo del límite máximo autorizado por los ECA de 500 mg/L. Estos resultados indican que los líquidos monitoreados desempeñan con las normas determinadas para dureza, lo cual las hace aptas para su uso en la producción de H₂O dulce.

j. Oxígeno Disuelto:

Figura 20

Concentración del Oxígeno Disuelto en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.

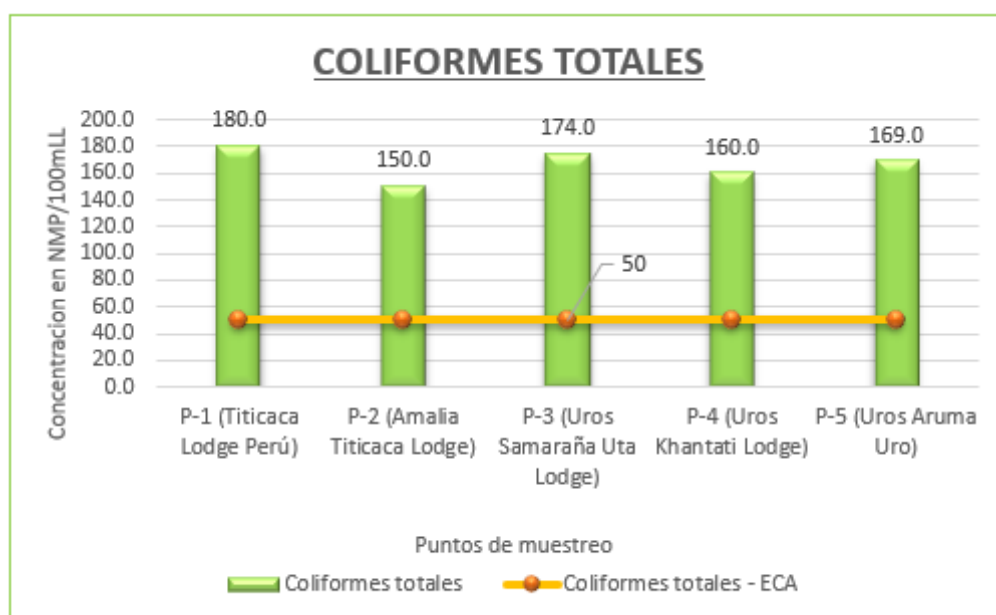


Se puede ver en la reunión de oxígeno disuelto en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del lago Titicaca, en comparación con los ECA para aguas de Clase 1, Subclase A1. Las reuniones registradas varían entre 6.00 mg/L (en el punto P-2, Amalia Titicaca Lodge) y 6.32 mg/L (en el punto P-1, Titicaca Lodge Perú), cumpliendo con el valor mínimo requerido por los ECA, que es de ≥ 6 mg/L. Estos hallazgos irradian que las aguas estimadas contienen niveles adecuados de oxígeno disuelto, condición fundamental para mantener la condición del recurso del H₂O y los ecosistemas acuáticos asociados.

k. Coliformes totales:

Figura 21

Concentración de los Coliformes totales en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.

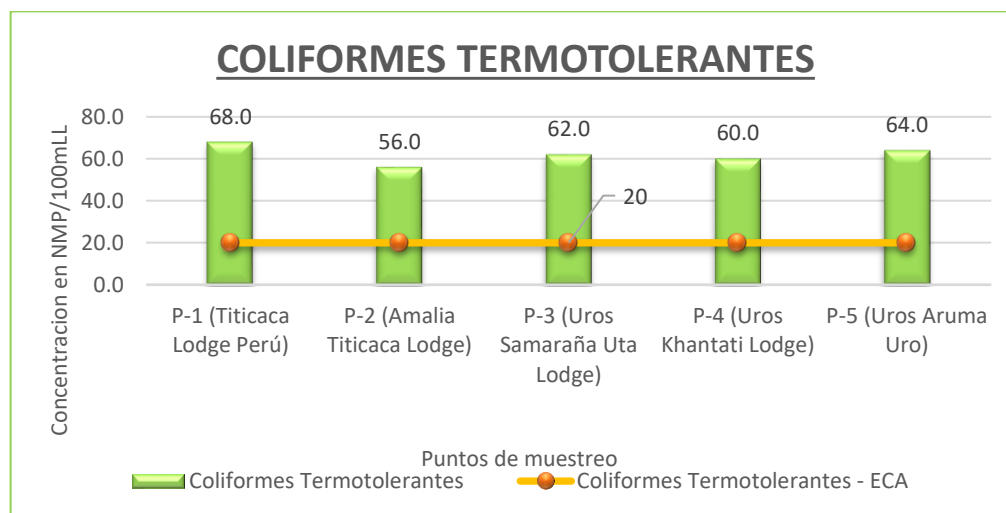


Se puede ver en la figura 21 la reunión de col. totales en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del lago Titicaca, comparadas con los ECA para aguas de Clase 1, Subclase A1. Los valores obtenidos oscilan entre 150.0 NMP/100mL (en el punto P-2, Amalia Titicaca Lodge) y 180.0 NMP/100mL (en el punto P-1, Titicaca Lodge Perú), superando ampliamente el LMP de 50 NMP/100mL según los ECA. Estos resultados evidencian una polución microbiológica significativa en todos los muestreos, lo cual podría personificar un peligro para la salubridad humana y limitar el uso recreativo o poblacional del agua sin un procesamiento adecuado.

I. Coliformes Termotolerantes:

Figura 22

Concentración de los Coliformes Termotolerantes en las aguas de las 05 islas flotantes de los Uros del lago Titicaca VS ECA – CAT. 1, SUB CAT. A1.



Se puede ver en la figura 22 la reunión de col. termotolerantes en las aguas de las cinco islas flotable de los Uros del Lago Titicaca, en comparación con los ECA para H₂O de Clase 1, Subclase A1. Las reuniones registradas varían entre 56.0 NMP/100mL (en el punto P-2, Amalia Titicaca Lodge) y 68.0 NMP/100mL (en el punto P-1, Titicaca Lodge Perú), superando generosamente el LMP por los ECA de 20 NMP/100mL. Estos resultados indican un elevado nivel de polución microbiológica en las aguas de todas las islas evaluadas, lo que representa un riesgo para su uso poblacional y recreacional sin un procesamiento previo que garantice su inocuidad.

FINALMENTE: De acuerdo a lo analizado, los indicadores que sobrepasan las normas señaladas por el D.S. N° 004-2017-MINAM para la Clase 1, Subclase A1, son la conductividad eléctrica con 1500-1532 μ S/cm,

los SDT con 1100.0-1147.8 mg/L, los cloruros con 277.0-2890 mg/L, los sulfatos con 270.0-283.0 mg/L, los coliformes totales con 150.0-180.0 NMP/100mL, y los coliformes termotolerantes con 56.0-68.0 NMP/100mL. Por otro lado, los parámetros que no superan los límites son la temperatura con 14.50-14.74 °C, el pH con 8.00-8.38, la turbiedad con 0.80-0.96 NTU, los nitratos con 0.02-0.03 mg/L, la dureza con 365.0-383.0 mg/L y el oxígeno disuelto con 6.00-6.32 mg/L. Esto evidencia que las aguas presentan problemas significativos de contaminación en algunos parámetros clave.

4.2. Discusiones

Con respecto al análisis de la sistemática de provisión de H₂O en las islas flotable de los Uros del lago Titicaca. En nuestra investigación revela un esquema estructurado, pero con desafíos críticos. El sistema incluye captación superficial del lago, línea de impulsión, PTAP, reservorios y red de colocación. Aunque la infraestructura es funcional y cuenta con tecnologías como filtración para arsénico y cloración por erosión, los resultados indican que no se logra avalar la condición del H₂O potable. Investigaciones previas, como la de Chavarría (2019), identificaron riesgos significativos en la cloración y la captación, además de recomendar filtros adecuados para optimar el estado del H₂O bebible. Similarmente, estudios en Nicaragua y Chile revelaron contaminaciones microbiológicas severas, destacando coliformes fecales como indicadores de peligros para la salubridad. Estos antecedentes hallan eco en los resultados obtenidos en las islas Uros, donde los valores de col. totales y termotolerantes exceden los estándares permitidos, evidenciando una alta contaminación fecal. La discusión subraya la convergencia

entre los antecedentes y los hallazgos actuales, evidenciando un panorama que requiere acciones inmediatas y sostenibles para optimizar el estado del H₂O en las islas flotantes.

Al contrario, respecto al examen de la concentración microbiológicas y fisicoquímicas del H₂O en las islas flotable de los Uros del lago Titicaca evidencia preocupaciones similares a las reportadas en antecedentes internacionales y nacionales. Chavarría (2019) destacó riesgos en sistemas de cloración y altas concentraciones de contaminantes en agua superficial, mientras que Zhen (2009) identificó variaciones en las condiciones del H₂O a causa de poluciones fecales y erosión. De manera consistente, los resultados obtenidos que muestran que varios parámetros exceden los límites señalados por el D.S. N° 004-2017-MINAM. Los col. totales (150-180 NMP/100mL) y termotolerantes (56-68 NMP/100mL) superan significativamente los valores permitidos (50 y 20 NMP/100mL, respectivamente), lo que refleja poluciones fecales y un riesgo potencial para la sanidad humana. De esta manera, parámetros como los sólidos disueltos totales (1100-1147.8 mg/L) y los cloruros (277-289 mg/L) también sobrepasan las normas, indicando la existencia de sales y poluciones químicos derivados de diligencias humanas y naturales en el lago. Estos hallazgos son coherentes con investigaciones previas, como las de Huarachi (2021), que encontraron niveles elevados de contaminantes microbiológicos en aguas del lago. Si bien parámetros como la turbiedad y el oxígeno disuelto cumplen los estándares, el panorama general evidencia una condición de agua comprometida, que requiere medidas urgentes como mejoras en los sistemas de procesamiento y monitoreo continuo para mitigar los peligros coligados a esta polución.

Finalmente, el análisis del sistema de provisión de H₂O y condición en las islas flotable de los Uros del lago Titicaca refleja una convergencia significativa con los antecedentes internacionales y nacionales. Estudios previos, como el de Chavarría (2019), resaltaron deficiencias en la infraestructura de captación y procesamiento de agua, así como concentraciones elevadas de contaminantes químicos y microbiológicos en sistemáticas de abasto rural. De manera similar, Zhen (2009) y Rivera et al. (2020) identificaron impactos negativos en las condiciones del H₂O a causa de las fuentes de poluciones puntuales y no puntuales, lo que evidenció riesgos severos para la salud. En las islas de los Uros, el sistema de abastecimiento incluye captación superficial, líneas de impulsión y procesamiento que, aunque bien estructurados, presentan limitaciones críticas. Los hallazgos conseguidos señalan que indicadores clave, como col. totales (180 NMP/100 mL) y termotolerantes (68 NMP/100 mL), sobrepasan ampliamente los límites permisibles (50 y 20 NMP/100 mL), evidenciando polución fecal significativa. Conjuntamente, la elevada conductividad eléctrica (1532 μ S/cm) y los SDT (1147.8 mg/L) indican una concentración elevada de sales disueltas, similar a los problemas identificados en los estudios de Huarachi (2021) y Sarmiento (2023) en cuerpos de agua locales. Estos resultados subrayan que, aunque la infraestructura existe, no es suficiente para garantizar agua segura y de calidad. Por tanto, se requiere una intervención integral que aborde mejoras tecnológicas, control de fuentes contaminantes y un monitoreo constante para avalar la sostenibilidad del sistema y la salubridad de las colectividades dependientes.

CONCLUSIONES

Conforme a los hallazgos obtenidos sobre el sistema de suministro y la condición del líquido en las islas flotable de los Uros del lago Titicaca, se establecen las siguientes terminaciones:

- **Primero:** Las sistemáticas de suministro de H₂O en las islas flotable de los Uros, aunque estructurado con captación, procesamiento y distribución, presenta deficiencias críticas en condición de líquido. Los niveles elevados de col. totales, termotolerantes y sólidos desleídos superan los estándares establecidos, lo que evidencia riesgos sanitarios significativos y el requerimiento de intervenciones para garantizar agua dulce segura.
- **Segundo:** Respecto al análisis del sistema de suministro de H₂O en las **islas** flotable de los Uros del lago Titicaca. Se concluye que el sistema incluye captación superficial, líneas de impulsiones y una planta de procesamiento con filtración de arsénico y cloración. Sin embargo, las limitaciones en la ubicación de la captación y la eficacia del procesamiento generan una distribución de H₂O con peligros para la salubridad.
- **Tercero:** Respecto a la concentración fisicoquímica y microbiológica del líquido en las islas flotable de los Uros del lago Titicaca, se concluye que los parámetros como: Conductividad eléctrica con 1500-1532 $\mu\text{S}/\text{cm}$, SDT con 1100.0-1147.8 mg/L, cloruros con 277.0-2890 mg/L, sulfatos con 270.0-283.0 mg/L, coliformes totales con 150.0-180.0 NMP/100mL, y l coliformes termotolerantes con 56.0-68.0 NMP/100MI sobrepasan los límites permisibles de ECA para aguas de Clase 1, Subclase A1, lo cual requiere mejoras urgentes en el procesamiento y control de fuentes contaminantes.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a la determinación del sistema de provisión de líquido y condición en las islas flotable de los uros del lago Titicaca, se sugiere lo siguiente:

- **Primero:** A los futuros estudiantes se les sugiere valorar el impacto del sitio de los puntos de captación en la condición del H₂O tratada, considerando la influencia de actividades humanas, tránsito de embarcaciones y posibles fuentes de polución directa.
- **Segundo:** A los estudiantes se les sugiere realizar análisis experimentales sobre la eficacia de tecnologías avanzadas de procesamiento, como sistemas de membranas, ozonificación o filtración biológica, adaptadas a las condiciones ambientales de las islas flotable de los Uros.
- **Tercero:** A los futuros estudiantes se les insinúa ejecutar análisis longitudinales, evaluando la condición del H₂O de las islas de los uros en diferentes épocas del año, para comprender la mutabilidad estacional de las cuantificaciones microbiológicos y fisicoquímicos.
- **Cuarto:** A los futuros estudiantes se les insinúa investigar el impacto de los contextos del H₂O en la sanidad de la urbe, para establecer correlaciones entre padecimientos coherentes con el H₂O y los niveles de poluciones microbiológicas y químicas.

BIBLIOGRAFÍA

ZHEN WU, Y. (2009). *Condicion físico-química y bacteriológica del agua para ingesta humana de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008*. SAN JOSE - COSTA RICA.

ACONSA. (29 de Julio de 2022). Conseguido de <https://aconsa-lab.com/parametros-fisicos-de-calidad-del-agua/>

Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2018). *Estudios de la aptitud del recurso hídrico para ingesta humana en la localidad de Llañucancha, distrito y provincia de Abancay, 2017*. Universidad Tecnológica de los Andes, sede Abancay. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgltclefindmkej/https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/130/3/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.pdf

Anticona Palomino, S. (2022). *Evaluación de la aptitud del recurso hídrico para ingesta humana en la red de distribución del Asentamiento Humano Uliachin, situado en el distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco, conforme a lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Año del estudio: 2022*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco - Perú.

Apaza, Y. A. (2022). *Conjunto integrado de filtro giratorio y lecho biológico empacado con Hydrocotyle vulgaris para el procesamiento de efluentes*

- contaminados, Cabanillas, Puno - 2022*. Repositorio Universidad César Vallejo. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/106372>
- aguae Fundación*. (27 de Setiembre de 2021). Obtenido de <https://www.fundacionaguae.org/wiki/que-es-el-agua/>
- Barreto Dillon, L. (s.f.). SSWM. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-esta-herramienta/%C2%BFsabes-qu%C3%A9-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F>
- Bayona, D. (2016). *Análisis del potencial de biorremediación de la especie Eichhornia crassipes del afluente Chira para el procesamiento de aguas residuales en la planta de procesamiento de efluentes El Indio*. Repositorio Universidad Alas Peruanas. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12990/1925>
- Cajaleón Chuquiyauri, L. E. (2020). *Análisis de los indicadores físicoquímicos y microbiológicos para evaluar la aptitud del agua de la laguna Mancapozo para consumo humano, La Esperanza, Amarilis – Huánuco agosto – noviembre 2019*. Universidad de Huánuco, Huánuco - Perú. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2667>
- Cerron Rojas, R. B. (2024). *Índice de condición ambiental del agua del Lago Chinchaycocha desde el año 2017 al 2022*. Universidad César Vallejo, Lima - Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/146122>
- ceupe*. (s.f.). Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/el-agua-sus-caracteristicas-y-propiedades.html>



Chacón, C. (2018). *condición Sanitaria de las Aguas Superficiales y Subterráneas, de la Subcuenca del Río Viejo*. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua.

Challco Jimenez, G. K. (2023). *Evaluación de la aptitud del recurso hídrico para consumo humano del manantial Marampampa, ubicado en el distrito de Ocobamba, Cusco, durante el año 2023*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú. Obtenido de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/532>

Chavarría-Villalobos, M. M. (2019). *Estudios y planteamiento de optimización de la red de distribución de agua potable de la ASADA Paquera en la provincia de Puntarenas*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

Chavez, X. (05 de Enero de 2024). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/identificacion-de-los-componentes-del-sistema-de-agua-potable-sap/265159688>

cicloescolar.com. (s.f.). Obtenido de <https://ar.pinterest.com/pin/469711436117516936/>

Confederación Hidrográfica del Júcar. (s.f.). *La Situación Actual y los Problematicas Existentes y Previsibles*. Obtenido de https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3_part2._Libro_blanco_del_agua.pdf

Contreras Chura, H. (2021). *Valoración de la aptitud del recurso hídrico para consumo humano en las fuentes naturales de la parcialidad de Jiscullaya*,



provincia de El Collao, departamento de Puno. tesis pre- grado,
Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Puno. Recuperado el 22 de
Julio de 2021, de
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15683/Contreras_
Chura_Hugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15683/Contreras_Chura_Hugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

De la Cruz Guerrero, G. S., & Delgado Paredes, E. A. (2022). *condición
bacteriológica y fisicoquímica del agua de consumo de la comunidad de
Mollehuaca – distrito Huanuhuanu provincia Caraveli – Arequipa, febrero
– abril 2022.* Lima. Obtenido de chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://repositorio.uma.ed
u.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1112/TESIS%20DE%20LA%20CR
UZ-DELGADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1112/TESIS%20DE%20LA%20CRUZ-DELGADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

e-Lab. (s.f.). Conseguido de [https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-
agua-y-su-importancia/](https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-importancia/)

Hach Company. (s.f.). Conseguido de <https://es.hach.com/parameters/solids>

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista . (2014).
Metodología de la Investigación (6ta. ed.).

Huarachi Cruz, C. E. (2021). *Análisis de la aptitud del recurso hídrico para
ingesta humana en la Isla Ccapi de la comunidad Uros del Lago Titicaca,
departamento de Puno.* Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.
Obtenido de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/88>

Instituto del Agua. (s.f.). Obtenido de [https://institutodelagua.es/calidad-del-
agua/importancia-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humanocalidad-
del-agua/](https://institutodelagua.es/calidad-del-agua/importancia-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humanocalidad-del-agua/)

- Mamani Mamani, D. (2021). *Análisis de los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del recurso hídrico de la laguna Cumuni en el Centro Poblado Rinconada, año 2019*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.
- Mendoza, M. (1996). *Efecto de los suelos sobre las características del agua en la microcuenca del río Sábalos, perteneciente a la cuenca del río San Juan*. Turrialba: CR, CATIE.
- MINAM. (2010). *MINISTERIO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE*.
- Nestlé por Niños Saludables. (09 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.nestleporninossaludables.co/blog/articulo/importancia-del-agua>
- OXFAM Intermón. (s.f.). Obtenido de <https://blog.oxfamintermon.org/la-importancia-del-abastecimiento-de-agua/>
- Palacios Pillajo, R., & Velastegui Quinteros, L. (2020). *Análisis de la aptitud del recurso hídrico para ingesta humana en la lo condición de San Rafael, provincia de Pichincha. Estudio realizado por la Escuela Politécnica Nacional con sede en Quito* .
- Pavón Espinoza, Y. (2011). *Valoración de la condición del agua de superficie esgrimida indicadores biológicos en la subcuenca del Río La Trinidad, Diriamba Carazo, en el año hidrológico 2010-2011*. Universidad Nacional Agraria, Diriamba Carazo.
- PRONASAR. (2004). *Parámetros para la elección de alternativas tecnológicas y estándares de calidad en sistemas de agua potable y alcantarillado para áreas rurales*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.



Ramirez Choquehuanca, F. E. (2020). *Determinación de la condición del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú. Conseguido de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/328>

Ramirez Choquehuanca, F. E. (2020). *Determinación de la condición del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019*. Puno. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgltclfindmkaj/http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC%20S.A.C./328/Fany_Erica_RAMIREZ_CHOQUEHUANCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rivera Castro, C. A., Letelier Pino, J. A., Acevedo Pizarro, B., Tobar Correa, T., Torres Lepe, C. L., Cataldo Figueroa, A. M., . . . Rivera Castro, M. Á. (2020). *condición del agua del Estero el Sauce, Valparaíso, Chile Central*. Water quality in the El Sauce estuary, Valparaíso, Central Chile, Chile.

Rodriguez, F. (2008). *Tipos y niveles de investigación científica*. Lima - Perú.

Santiago Palomino, A. G. (2020). *Análisis de la aptitud para consumo humano del recurso hídrico en los sectores alto y bajo del Centro Poblado Los Pinos, ubicado en Santa María, durante el año 2019*. Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho - Perú. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4196>

Sarmiento Mena, N. (2023). *Propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua de origen subterráneo para uso humano en el área limítrofe de Desaguadero, Puno 2022*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú. Obtenido de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/647>



- Sotil, H. (2017). *Análisis de indicadores de polución 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,grado%20klebsiella%2C%20Enterobacter%20y%20Citrobacter>.
- Tavares Correa, C., & Morales Bueno, P. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la condición del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú. Ayacucho. Obtenido de efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj*
- Torres Fernandez, T., & Coronacion Palomino, M. I. (2021). *Evaluación de la aptitud del recurso hídrico para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra, departamento de Huancavelica* Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7684eecf-6b1e-4e8b-b713-12bd06b0c179/content>
- Vilela Aguilar, C. (2023). *Planteamiento de la red de agua dulce para las localidades de Carrizalillo, Cerro de Leones y San Pedro, en el distrito de Tambogrande, Piura, departamento de Piura*. Universidad de Piura, Piura - Perú.



Villena Chávez, J. (2018). condición del H₂O y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2).

Zaira. (20 de Setiembre de 2023). *AQUA.es*. Obtenido de <https://aquadea.es/tipos-de-fuentes-de-agua-descubriendo-la-diversidad-acuatica/>

Zea , M. N. (2010). *Tecnología de aguas/Procesamiento y control de condcion. 3a edición. Editorial ECONOCOPY, Facultad de Ingeniería Química de la UNA - Puno. 198 p. Puno.*



ANEXOS



ANEXO 1.

Matriz de consistencia

Título: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA

Problema de Investigación	Objetivos de Investigación	Hipótesis	Variables
Problema General: ¿Cómo se relaciona el sistema de abastecimiento con la calidad del agua para consumo humano en las Islas Flotantes Los Uros del Lago Titicaca en 2024?	Objetivo General: Analizar la relación entre el sistema de abastecimiento y la calidad del agua para consumo humano en las Islas Flotantes Los Uros del Lago Titicaca, 2024.	Hipótesis General: El sistema de abastecimiento se relaciona significativamente con la calidad del agua para consumo humano en las Islas Los Uros.	Variable 1: Sistema de Abastecimiento de Agua Dimensiones: Fuente de agua- Captación- Almacenamiento- Distribución- Tratamiento Variable 2: Calidad del Agua para Consumo Humano
Problemas Específicos: PE1: ¿Cuál es la situación actual del sistema de abastecimiento de agua en las Islas Los Uros?	Objetivos Específicos: OE1: Describir la situación actual del sistema de abastecimiento de agua.OE2: Evaluar la calidad del agua	Hipótesis Específicas: HE1: El sistema de abastecimiento presenta limitaciones en la captación, almacenamiento,	Dimensiones:- Parámetros físicos (color, turbidez, olor, temperatura)- Parámetros químicos (pH, nitratos, metales, conductividad)-



Problema de Investigación	Objetivos de Investigación	Hipótesis	Variables
PE2: ¿Cuál es la calidad del agua destinada al consumo humano en dicha población?	destinada al consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos.	distribución y tratamiento del agua. HE2: La calidad del agua para consumo humano no cumple con los estándares establecidos por la normativa peruana (DS 031-2010-SA).	Parámetros microbiológicos (coliformes fecales y totales)
PE3: ¿Qué relación existe entre el sistema de abastecimiento y la calidad del agua para consumo humano?	OE3: Determinar la relación entre el sistema de abastecimiento y la calidad del agua para consumo humano.	HE3: Las deficiencias del sistema de abastecimiento influyen de forma directa en la baja calidad del agua consumida.	

ANEXO 2.

Panel fotográfico





**INFORME DE RESULTADOS N°: LQ – 10525A****DATOS DEL SERVICIO****SOLICITANTE** : YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA**PROYECTO** : SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS ISLAS FLOTANTES DE LOS UROS DEL LAGO TITICACA**DATOS DEL ENSAYO****Producto** : Agua natural – Potable**Numero de muestras** : 05**Fecha de análisis** : 15/09/2025**Muestreado por** : El cliente**Ubicación, fecha y hora de muestreo:**

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Ubicación	Fecha de muestreo
P – 1 (Titicaca Lodge Perú)	Puno/Puno/Puno	E: 395472.00 N: 8253743.00	14/09/2025
P – 2 (Amalia Titicaca Lodge)	Puno/Puno/Puno	E: 395788.00 N: 8253336.00	14/09/2025
P – 3 (Uros Samaraña Uta Lodge)	Puno/Puno/Puno	E: 395891.00 N: 8253006.00	14/09/2025
P – 4 (Uros Khantati Lodge)	Puno/Puno/Puno	E: 396057.00 N: 8252592.00	14/09/2025
P – 5 (Uros Aruma Uro)	Puno/Puno/Puno	E: 395982.00 N: 8252217.00	14/09/2025

MÉTODO DE ENSAYO

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	Temperatura	°C	SM – 2250 B Método de laboratorio de campo
2	Potencial de hidrogeno	Unid de pH	SM 4500 - H
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio
4	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico
5	Sólidos disueltos totales	mg/L	SM 2540 G Método gravimétrico
6	Cloruros	mg/L	SM 4500 Cl B Método Argentométrico
7	Sulfatos	mg/L	SM 4500 - SO4 Método turbidimétrico
8	Nitratos	mg/L	Método HACH NO3
9	Dureza	mg/L	SM 2340C Método titulométrico de EDTA
10	Oxígeno disuelto	mg/L	SM 4500 O C Modificación acida
11	Coliformes totales	NMP/100mL	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación
12	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación





RESULTADOS

Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	P – 01	P – 02	P – 03	P – 04	P – 05
1	Temperatura	°C	14.74	14.50	14.63	14.70	14.72
2	Potencial de hidrogeno	Unid de pH	8.38	8.00	8.14	8.36	8.38
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	1532.0	1500.0	1510.0	1530.0	1522.0
4	Turbidez	NTU	0.96	0.80	0.91	0.94	0.91
5	Sólidos disueltos totales	mg/L	1147.8	1100.0	1124.0	1137.6	1142.8
6	Cloruros	mg/L	289.0	280.0	277.0	287.0	285.0
7	Sulfatos	mg/L	283.0	270.0	283.0	273.0	278.0
8	Nitratos	mg/L	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
9	Dureza	mg/L	383.0	365.0	378.0	372.0	375.0
10	Oxígeno disuelto	mg/L	6.32	6.00	6.01	6.30	6.18
11	Coliformes totales	NMP/100mL	180.0	150.0	174.0	160.0	169.0
12	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	68.0	56.0	62.0	60.0	64.0

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió

Fecha de emisión
06 – 10 – 2025

 **LAQUAMEQ E.I.R.L.**
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE

ANEXO 4.

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

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

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

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



Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ - C ₂₆)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁵	<5x10 ⁵



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: _____

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: YESSENIA MAYUMI LARICO APAZA
Dirección: AV. J. OCHOA 233
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70205049
Teléfono: 976565651 email: Yesseniamayu@gmail.com

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Asesor: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS
ISLAS FLOTANTES LOS UROS DEL LAGO TITICACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): RESIDUOS SÓLIDOS, SEGREGACIÓN, DISPOSICIÓN FINAL

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

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre 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 ☒ Título ☐ 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: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

31 de Octubre del 2025

Fecha