



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

Gestión sustentable del agua de la Laguna La Encantada – Huaura

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias
Ambientales con mención en Gestión y Control de la
Contaminación

AUTOR

Jose Luis RAMIREZ CAMPOS

ASESOR

Dr. José Freddy ATUNCAR YRRIBARI

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Ramirez, J. (2026). *Gestión sustentable del agua de la Laguna La Encantada – Huaura*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jose Luis Ramirez Campos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40081163
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9827-8243
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Jose Freddy Atuncar Yrribari
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25527597
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8104-1565
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Nora Rosa Concepción Malca Casavilca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08129250
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	José Jorge Espinoza Eche
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06184372
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Augusto Guillermo Bravo Malca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06016801
Datos de investigación	

Línea de investigación	C.0.2.5. Contaminación del ambiente
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Huaura Distrito: Santa María Sector: Pampa de Animas Latitud: -11.13423 Longitud: -77.55715
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020 - 2023
URL de disciplinas OCDE	Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08



Acta de Sustentación de Tesis

Sustentación Pública

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, a los diez días del mes de marzo del año 2026, siendo las 10:00 horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000157-2026-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 26 de febrero de 2026, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

Título

«GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA DE LA LAGUNA LA ENCANTADA - HUAURA»

Que, presenta el Bach. **JOSE LUIS RAMIREZ CAMPOS**, para optar el grado académico de **MAGISTER** en **CIENCIAS AMBIENTALES** con mención en **GESTIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente digital N° UNMSM-20200039669 del 07 de diciembre de 2020, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente en conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Bueno (15)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el grado académico de **MAGISTER** en **CIENCIAS AMBIENTALES** con mención en **GESTIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN** al Bach. **JOSE LUIS RAMIREZ CAMPOS**.

Siendo las 11:00 horas, se dio por concluido al acto académico.

DRA. NORA ROSA CONCEPCIÓN MALCA CASAVILCA
Presidente

DR. JOSÉ JORGE ESPINOZA ECHE
Secretario

MG. AUGUSTO GUILLERMO BRAVO MALCA
Miembro

DR. JOSÉ FREDDY ATUNCAR YRRIBARI
Asesor



Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, DR. JOSÉ FREDDY ATUNCAR YRRIBARI en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la UPG o de la EP N° 000237-2023-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es «GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA DE LA LAGUNA LA ENCANTADA - HUAURA», presentado por el bachiller JOSE LUIS RAMIREZ CAMPOS para optar el Grado Académico de MAGISTER en CIENCIAS AMBIENTALES con mención en GESTIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 17% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado Académico de MAGISTER en CIENCIAS AMBIENTALES con mención en GESTIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.

Lima, 12 de junio de 2026

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: JOSÉ FREDDY ATUNCAR YRRIBARI

DNI: 25527597

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDICATORIA

A mis padres por ánimos y amor incondicional que han sido pilares fundamentales en mi desarrollo personal, profesional y científico.

A mi esposa Karina y mi hijo Nicolas, por acompañarme en el camino realizado durante la elaboración de la presente tesis.

A mis maestros por sus enseñanzas y consejos, quienes sin su ayuda no hubiera podido terminar esta tesis.

A mi asesor y jurado examinador por sus aportes que contribuyeron a mejorar el trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	3
1.1 Situación Problemática	3
1.2 Formulación del Problema	7
1.2.1 Problema General.	7
1.2.2 Problemas Específicos.	7
1.3. Justificación de la Investigación	8
1.3.1. Justificación Teórica.	8
1.3.2. Justificación Práctica.	9
1.4. Objetivos de la investigación	11
1.4.1 Objetivo General	11
1.4.2 Objetivos Específico	11
2.1 Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación	12
2.2 Antecedentes de Investigación	14
2.3 Bases Teóricas	21
2.3.1 Parámetros Para la Caracterización de la Contaminación de las Orillas de la Laguna la Encantada	31
2.3.2 Clasificación del Agua	33
2.3.3 Gestión Sustentable del Agua.	36
2.3.4 Herramientas Estadísticas para el Tratamiento de Datos.	40
2.4 Modelo Conceptual Integrado de la gestión sustentable del agua en la Laguna La Encantada	44
2.4.1 Gobernanza del Agua Como Eje Articulador	44
2.4.2 Bienes Comunes y Presión Antrópica	45

2.4.3	Gestión Adaptativa Como Respuesta al Deterioro	45
2.4.4	Redistribución de costos y beneficios	45
2.4.5	Energía hídrica y funcionamiento del ecosistema	46
2.4.6	Integración del Modelo	46
CAPITULO 3: METODOLOGÍA		48
3.1	Tipo y Diseño de Investigación	49
3.2	Unidad de Análisis	49
3.3	Población de Estudio	50
3.4	Tamaño de Muestra	51
3.5	Selección de la Muestra para Análisis de Laboratorio	53
3.6	Técnicas de Recolección de Datos	55
3.7	Parámetros Utilizados Para la Caracterización de las Aguas de la Laguna la Encantada.	60
3.8	Análisis estadístico Análisis de Componentes Principales (PCA).	66
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		70
4.1.	Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados	70
4.1.1.	Análisis e Interpretación de los Resultados de la Calidad Ambiental de las Orillas de la Laguna la Encantada.	70
4.1.2.	Análisis e Interpretación de los Resultados de la Calidad de las Aguas de la Laguna la Encantada.	85
4.2.	Pruebas de Hipótesis	121
4.2.1	Análisis de Normalidad de Datos	121
4.3.	Presentación de Resultados	130
4.3.1.	Comparación de los Datos Obtenidos de Materia Orgánica en Tres Fechas Distintas.	130
4.3.2.	Comparación de los Datos Obtenidos de los Parámetros Fisicoquímicos de la Laguna Encantada y el Río Huaura.	134

CAPÍTULO 5: IMPACTOS	164
5.1. Propuesta Para la Solución del Problema	164
5.2. Costos de la Propuesta	193
5.3. Beneficios que Aporta la Propuesta	195
CONCLUSIONES	196
RECOMENDACIONES	199
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	203
7. ANEXOS	209
Anexo I: Formato de caracterización de materia extraña en la laguna la Encantada.	209

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para la determinación de la calidad sanitaria de las playas del litoral peruano. _____	32
Tabla 2. Categorías y subcategorías de clasificación aplicable al agua de la laguna la Encantada _____	33
Tabla 3. Ubicación de los puntos de muestreo para la calidad de las orillas. _____	56
Tabla 4. Ubicación de los puntos de muestreo para la calidad del agua. _____	58
Tabla 5. Caracterización de la materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el sábado 21 de noviembre del 2020. _____	72
Tabla 6. Materia extraña presente en las orillas de la laguna Encantada, los datos fueron tomados el sábado 21 de noviembre del 2020. _____	73
Tabla 7. Caracterización de la materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el sábado 27 de marzo del 2021. _____	79
Tabla 8. Materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el sábado 27 de marzo del 2021. _____	80
Tabla 9. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua de la laguna la Encantada datos tomados el 27 de marzo del 2021. _____	86
Tabla 10. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua de la Laguna la Encantada los datos fueron tomados el domingo 06 de febrero del 2022. _____	90
Tabla 11. Punto de muestreo AP-1, canal de regadío proveniente del río Huaura. _____	95
Tabla 12. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua superficial proveniente del río Huaura y alimenta a las chacras que rodean la laguna la Encantada domingo 06 de febrero del 2022. _____	97

Tabla 13. Resultados de la mezcla al 50% del agua de la laguna la Encantada con el agua procedente del río Huaura. _____	103
Tabla 14. Coordenadas de los puntos utilizados para determinar la altura de decremento del nivel de agua. _____	109
Tabla 15. Datos para el cálculo de volumen de agua perdido en la laguna la Encantada. _____	113
Tabla 16. Caracterización de la materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el domingo 26 de marzo del 2022. _____	115
Tabla 17. Materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el domingo 26 de marzo del 2022. _____	116
Tabla 18. Resultados de la materia extraña presente en las zonas principales de visita por los turistas. _____	122
Tabla 19. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua de la laguna la encantada datos tomados el 27 de marzo del 2021. _____	126
Tabla 20. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua de la laguna la encantada datos tomados el 06 de febrero del 2022. _____	127
Tabla 21. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua superficial proveniente del río Huaura -domingo 06 de febrero del 2022. _____	128
Tabla 22. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras resultantes de la mezcla al 50% del agua de la laguna la Encantada con el agua procedente del río Huaura. _____	129
Tabla 23. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de materia extraña. _____	131
Tabla 24. Prueba de Tukey para los datos de los tres grupos de materia extraña. _____	133

Tabla 25. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Conductividad uS/cm. _____	134
Tabla 26. Análisis de varianza de los datos de conductividad de los cuatro grupos de muestra. _____	135
Tabla 27. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%de los datos de conductividad de los cuatro grupos de muestra. _____	137
Tabla 28. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Demanda bioquímica de oxígeno. _____	137
Tabla 29. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%de los datos de DBO de los cuatro grupos de muestra. _____	139
Tabla 30. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Demanda química de oxígeno. _____	139
Tabla 31. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%de los datos de DQO de los cuatro grupos de muestra. _____	141
Tabla 32. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Sólidos totales disueltos. _____	142
Tabla 33. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%de los datos de STD de los cuatro grupos de muestra. _____	144
Tabla 34. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Boro total. _____	144
Tabla 35. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%de los datos de Boro total de los cuatro grupos de muestra. _____	146
Tabla 36. Prueba de adecuación del modelo para el Análisis de Componentes Principales _____	161
Tabla 37. Varianza total explicada por el componente principal retenido____	162
Tabla 38. Comunalidades extraídas de las variables incluidas en el PCA____	164
Tabla 39. Cargas factoriales del componente principal _____	165
Tabla 40. Análisis de riesgo institucional cuantificado – Laguna La Encantada _____	169
Tabla 41. Análisis de escenarios de fallas múltiples – Laguna La Encantada	171
Tabla 42. Coordenadas de los puntos inaccesibles de limpieza. _____	192

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa de ubicación de la laguna la Encantada. _____ 5**
- Figura 2. Marco de Gestión Integrada de Cuencas de Lagos (ILBM) del Comité Internacional para el Medio Ambiente de los Lagos (ILEC, 2005) www.ilec.or.jp. _____ 22**
- Figura 3. Cordilleras nevadas del Perú. Fuente: Autoridad Nacional del Agua Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos 2014⁷. _____ 24**
- Figura 4. Botellas de plástico que contenían agua de azar, usadas durante una sesión de curación espiritual (actividad común en la laguna).
26**
- Figura 5. Residuos plásticos abandonados y las alteraciones realizadas en los alrededores de la vegetación de la laguna la Encantada, afectando y permitiendo la degradación de la vegetación. _____ 27**
- Figura 6. Materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada. 28**
- Figura 7. Material extraño, trasladado por los vientos hacia la laguna la Encantada. 29**
- Figura 8. Actividades recreativas y quema de junco como combustible.
30**
- Figura 9. La laguna la Encantada y sus principales fuentes de contaminación identificadas. _____ 52**
- Figura 10. Puntos de muestreo de las orillas de la laguna la Encantada.
57**
- Figura 11. Puntos de muestreo de las aguas de la laguna la Encantada.
59**

Figura 12.	Unidades de materia extraña en los puntos de muestreo de la laguna Encantada-noviembre 2020.	77
Figura 13.	Unidades de materia extraña en los puntos de muestreo de la laguna Encantada-marzo 2021.	84
Figura 14.	Punto de muestreo de agua superficial proveniente del río Huaura.	94
Figura 15.	Toma de 5 litros de muestra de agua, procedente del río Huaura para realizar la mezcla al 50% de volumen, foto tomada en febrero del 2022.	96
Figura 16.	Toma de 20 litros de muestra de agua, de la laguna la Encantada para realizar la mezcla al 50% de volumen, foto tomada en febrero del 2022.	101
Figura 17.	Puente que sirve de conexión entre la orilla de la laguna la Encantada y un pequeño relieve que sobresale en el interior de la laguna, la foto fue tomada en octubre del 2020.	107
Figura 18.	Puente que sirve de conexión entre la orilla de la laguna y un pequeño relieve que sobresale en el interior de la laguna la Encantada, expuesto por completo, la foto fue tomada en marzo del 2022.	108
Figura 19.	Puente que sirve de mirador de la laguna la Encantada, la foto fue tomada en diciembre del 2019.	110
Figura 20.	Puente que sirve de mirador de la laguna Encantada que, se utilizó para medir la altura que evidencia la perdida de volumen de agua, la foto fue tomada en febrero del 2022.	111
Figura 21.	División del área total de la laguna en cuatro áreas conocidas.	112
Figura 22.	Unidades de materia extraña en los puntos de muestreo de la laguna Encantada-marzo 2022.	120

Figura 23.	Prueba de Anderson-Darling para datos de materia extraña muestreado el sábado 21 de noviembre del 2020.	123
Figura 24.	Prueba de Anderson-Darling para datos de materia extraña muestreado el sábado 27 de marzo del 2021.	124
Figura 25.	Prueba de Anderson-Darling para datos de materia extraña muestreado el domingo 26 de marzo del 2022.	125
Figura 26.	Gráfica de cajas de los datos de materia extraña presente en la laguna encantada.	132
Figura 27.	Diagrama de cajas de los cuatro grupos de datos de conductividad.	136
Figura 28.	Distribución de cajas de los datos de DBO en los cuatro grupos de muestras.	138
Figura 29.	Distribución de cajas de los datos de DQO en los cuatro grupos de muestras.	140
Figura 30.	Distribución de cajas de los datos de STD en los cuatro grupos de muestras.	143
Figura 31.	Distribución de cajas de los datos de Boro total en los cuatro grupos de muestras.	145
Figura 32.	Varianza total explicada por el componente principal retenido	150
Figura 33.	Plantaciones de Pitahaya y tunas regadas con las aguas de la laguna Encantada.	167
Figura 34.	Restos de la instalación de extracción de las aguas de la laguna la Encantada.	168
Figura 35.	Restos de la instalación de extracción de las aguas de la laguna la Encantada que se utilizaba para regar 2 hectáreas de Pitahayas y tunas.	169

Figura 36.	Actividad de paseo en bote que se ofrece en la laguna la Encantada.	170
Figura 37.	Cilindros para ser utilizados como contenedores de basura, proporcionados por la Municipalidad de Santa María de Huacho.	____ 171
Figura 38.	(A y B) Cilindros que pueden ser fijados al suelo.	____ 172
Figura 39.	Puntos de muestreo de las orillas de la laguna la Encantada.	174
Figura 40.	Ejemplo de equipos de protección personal.	_____ 177
Figura 41.	Puntos de las orillas de la laguna la Encantada de difícil acceso.	180
Figura 42.	Ejemplo de equipos de protección personal para limpieza del fondo de la laguna la Encantada.	_____ 184
Figura 43.	Puntos de las orillas de la laguna la Encantada destinadas para colocar paneles de información.	_____ 189
Figura 44.	Ejemplo de cartel informativo implementado en la laguna la Encantada.	190

RESUMEN

La investigación titulada “Gestión sustentable del agua de la Laguna La Encantada – Huaura” tuvo como objetivo identificar herramientas de gestión para garantizar la sustentabilidad del recurso hídrico, mediante la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua y el análisis de los impactos antrópicos. La Laguna La Encantada, ubicada en Santa María (Huaura, Lima), es un ecosistema de importancia ecológica, social y económica, utilizado para turismo, agricultura, ganadería, pesca y recreación.

El estudio siguió un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y diseño experimental, con alcance descriptivo-correlacional. Se recolectaron muestras de agua y sedimentos en puntos estratégicos según su exposición a fuentes de contaminación durante el periodo 2020–2023.

Los resultados evidencian que las actividades antrópicas afectan significativamente la calidad del agua, alterando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, lo que limita su uso para fines recreativos, agrícolas y ambientales. Asimismo, se identificó una alta presencia de residuos sólidos en las orillas, contribuyendo a la degradación del ecosistema.

Se proponen herramientas de gestión sustentable orientadas al control de la contaminación, manejo de residuos, educación ambiental y fortalecimiento de la gobernanza, con el fin de mejorar la calidad del agua y promover su uso sostenible.

En conclusión, la gestión integral y sostenible del agua es fundamental para preservar la laguna, requiriendo la articulación entre autoridades, comunidad local y actores involucrados.

Palabras claves: actividades antrópicas; ecosistema; caracterización fisicoquímica del agua; caracterización microbiológica; léntico; lótico.

ABSTRACT

The research entitled “Sustainable Water Management of Laguna La Encantada – Huaura” aimed to identify management tools to ensure water sustainability through physicochemical and microbiological characterization and the analysis of anthropogenic impacts. Laguna La Encantada, located in Santa María (Huaura, Lima), is an ecosystem of ecological, social, and economic importance, used for tourism, agriculture, livestock, fishing, and recreation.

The study followed a quantitative, applied, and experimental approach with a descriptive-correlational scope. Water and sediment samples were collected at strategic points based on exposure to pollution sources during the 2020–2023 period.

Results indicate that anthropogenic activities significantly affect water quality, altering physicochemical and microbiological parameters, thus limiting its use for recreational, agricultural, and environmental purposes. A high presence of solid waste along the shores was also identified, contributing to ecosystem degradation.

The study proposes sustainable management tools focused on pollution control, waste management, environmental education, and governance strengthening to improve water quality and promote sustainable use.

In conclusion, integrated and sustainable water management is essential to preserve the lagoon, requiring coordination among authorities, local communities, and stakeholders.

Keywords: anthropic activities; ecosystem; physicochemical characterization of water; microbiological characterization; lentic; lotic.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

Los humedales son ecosistemas de gran riqueza natural y una de las fuentes de vida más productivas del planeta. Su importancia radica en que concentran una enorme variedad de especies, tanto de flora como de fauna, que dependen de ellos para sobrevivir. En estos ambientes se encuentran desde aves y mamíferos hasta reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Además, cumplen la función de preservar material genético vegetal, lo que los convierte en espacios fundamentales para el equilibrio ecológico y el futuro de la biodiversidad. La presión ejercida por el consumo excesivo de agua está poniendo en riesgo tanto a la sociedad como al medio ambiente. Los humedales, al degradarse, limitan la disponibilidad de agua segura, afectan la salud humana, reducen la producción de alimentos, frenan el desarrollo económico y generan tensiones geopolíticas. Este problema surge principalmente por la diferencia cada vez mayor entre la cantidad de agua que se necesita y la que realmente se dispone. Aunque existen iniciativas para proteger los flujos de agua en los ecosistemas, la capacidad de

los humedales para mantener sus funciones y beneficios, como proveer agua limpia, se está viendo gravemente comprometida. (Manual de la Convención de Ramsar, 2013)¹.

En los últimos años han surgido diversas iniciativas a nivel mundial, con el fin de mitigar, recuperar y gestionar sustentablemente los humedales, por ejemplo, en la Unión Europea se tiene el programa LIFE, de la Dirección General Medio Ambiente, quienes han confinado a través de la Fundación Global Nature Fund el inicio de la red internacional de Lagos Vivos, un proyecto modélico para la recuperación y gestión de humedales y lagos en Grecia y España. Esta iniciativa de LIFE, ha permitido la recuperación de la laguna Primera de Palos en la costa de Huelva (España) que, estaba totalmente contaminada, por los residuos que echan las fábricas que la rodean (Fundación Global Nature, 2020) ²².

Otro ejemplo de recuperación es el de la laguna Arganda del Rey, está situado en torno a los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama, a 20 Km de Madrid. La laguna se formó como consecuencia del gran agujero que dejó una gravera y utilizada posteriormente como vertedero de desechos de aceite durante casi 25 años. Actualmente se ha iniciado el retiro de 42 000 toneladas de residuos de petróleo, convirtiéndose en la mayor recuperación de un humedal en Europa (Emgrisa, 2020) ²³.

En nuestro país, contamos con la legislación marco que nos ayuda a la gestión sustentable de ecosistemas frágiles (Ley General del Ambiente, Ley N°28611, RDJ N°287-2018-MINAGRI-SERFOR-DE3, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley 297634), sin embargo se adolece de una efectiva implementación de esta legislación, tal como es el caso de la laguna la Encantada que se encuentra ubicada al Este de la ciudad de Huacho en el sector denominado Pampa de Animas Alta, entre los cerros Cerro Colorado y Pampa Colorada; del Distrito de Santa María, Provincia de Huaura, Región de Lima, a 4 km de la carretera Panamericana norte; las coordenadas geográficas de su ubicación en UTM son

8 768 500 - Norte y 221 750 - Este, cuenta con una superficie aproximada de 30.2 Hectáreas (Municipalidad Provincial de Huaura, 2009)⁵.

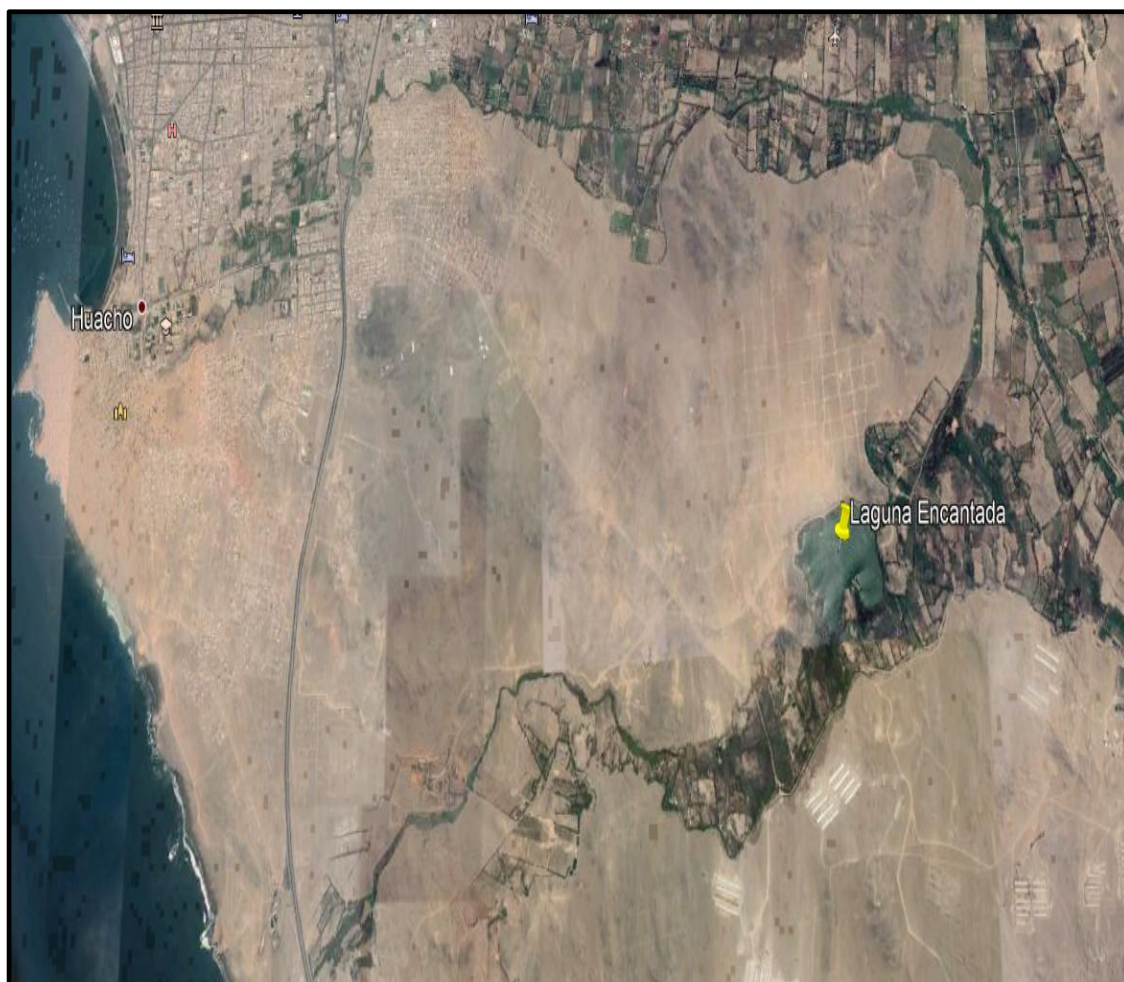


Figura 1. Mapa de ubicación de la laguna la Encantada.
Fuente: Google Earth Pro, 2019

Actualmente en la laguna la Encantada y su periferia, se realizan diversas actividades antrópicas, que se desarrollan todo el año, tales como ganadería, agricultura, pesca, turismo y en la temporada de verano se desarrollan deportes acuáticos, y actividades de recreación. Estas actividades han impactado sobre la laguna la Encantada, deteriorando sus aguas, cambiando el ecosistema de la laguna la Encantada y sus alrededores; precisándose identificar el grado de contaminación y los factores que mayor significancia tienen en la degradación de este humedal, así como mitigar estos impactos, y gestionarlos para permitir un manejo sustentable en el tiempo.

En el presente estudio, el fortalecimiento de la gobernanza del recurso hídrico se consideró como una variable de estudio de carácter aplicado, entendida como el conjunto de mecanismos, procesos e interacciones entre actores institucionales, comunitarios y privados orientados a la gestión sostenible del agua en la Laguna La Encantada.

La variable “fortalecimiento de la gobernanza” se operacionaliza a través de dimensiones e indicadores que permiten su evaluación objetiva en el contexto del sistema lagunar:

Dimensión 1: Participación de actores

- Nivel de participación de la comunidad local
- Número de actores involucrados (autoridades, población, empresas)

Dimensión 2: Gestión institucional

- Existencia de planes de manejo o instrumentos de gestión
- Nivel de cumplimiento de normativas ambientales
- Presencia de entidades responsables (municipalidad, ANA, etc.)

Dimensión 3: Educación y cultura ambiental

- Número de programas de educación ambiental
- Nivel de sensibilización de la población
- Prácticas ambientales observadas

Dimensión 4: Control y vigilancia ambiental

- Existencia de monitoreo ambiental

- Frecuencia de supervisiones
- Presencia de medidas de control de contaminación

Dimensión 5: Articulación interinstitucional

- Coordinación entre entidades públicas y privadas
- Existencia de convenios o alianzas
- Nivel de gestión integrada del recurso hídrico

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 *Problema General.*

¿Cuáles fueron las herramientas de gestión que permitieron la sustentabilidad del agua en la laguna la Encantada en Huacho-Lima?

1.2.2 *Problemas Específicos.*

- ¿Cuáles fueron las características del físicas, químicas y bacteriológicas del agua y suelo de la laguna Encantada?
- ¿Cuál fue el impacto de las actividades antrópicas (agricultura, ganadería, turismo y pesca) en la calidad del agua de la Laguna La Encantada, considerando sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación Teórica.

A nivel internacional existen diversas iniciativas e instituciones que están abocadas a la recuperación, mantenimiento y gestión sustentable de los humedales, por ejemplo: Fundación Global Nature (ubicada en Madrid, España), Living Lakes (Bundestag, Alemania), Fundación Humedales (Bogotá, Colombia). En el Perú, nuestra legislación promueve la gestión sustentable de los cuerpos de agua dentro del territorio por ejemplo con la Ley N° 32099 (2024), Ley para la Protección, Conservación y Uso Sostenible de los Humedales, y su Reglamento aprobado mediante el D.S. N° 002-2025-MINAM, sin embargo, aún no es efectiva, y los humedales son afectados significativamente por la falta de vigilancia de las instituciones responsables del gobierno, el crecimiento poblacional y el crecimiento desordenado de la industria, siendo impulsores principales que degradan el agua y las orillas de los humedales.

El presente estudio se desarrolla en la Laguna la Encantada y busca identificar las actividades antrópicas que afectan significativamente las aguas en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, orillas del humedal, así como la implementación de herramientas de gestión que permitan su sustentabilidad.

El presente estudio se centra en la Laguna La Encantada (Huacho), un ecosistema cuya vulnerabilidad ha sido documentada por investigaciones locales:

- **Alteración Microbiológica:** Estudios previos han detectado concentraciones de *E. coli* y coliformes totales que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para recreación, vinculando esta

contaminación directamente a vertimientos y actividades humanas en el entorno (Pineda et al., 2019).

- **Parámetros Fisicoquímicos:** La literatura científica nacional (como en los humedales de Huasao o el Río Huaura) demuestra que las actividades antrópicas alteran niveles de pH, temperatura y nutrientes, provocando procesos de eutrofización que reducen la capacidad de autorregulación del ecosistema (Sota et al., 2023; UNJFSC, 2024).
- **Gestión y Mitigación:** La necesidad de implementar herramientas de gestión técnica es respaldada por propuestas de biorremediación y fitorremediación en el Norte Chico, que buscan mitigar los impactos en las orillas y el cuerpo de agua mediante soluciones basadas en la naturaleza (Villarreal, 2024).

1.3.2. Justificación Práctica.

El área de Gestión de la Municipalidad Distrital de Santa María, a través de su Sub-Gerencia de Asuntos Municipales y Desarrollo Humano - Departamento de Educación, Cultura, Deporte y Turismo, se encarga de la preservación de las áreas destinadas para el turismo y recreación, entre ellas la Laguna la Encantada. En el presente estudio, se coordinará con esta área la recolección y análisis de datos, así como la implementación de propuestas de gestión orientadas a la sustentabilidad de la laguna.

Determinar el grado de contaminación y los factores que la provocan permitirá implementar herramientas de gestión que contribuyan a un manejo sustentable

de la Laguna la Encantada. En este sentido, la presente tesis busca constituirse en un instrumento técnico que beneficie directamente a la Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho, al fortalecer su capacidad de gestión sobre los recursos hídricos y las actividades turísticas que promueve, considerando que la laguna forma parte del circuito turístico de la ciudad de Huacho.

Asimismo, los resultados del estudio beneficiarán a diversos actores locales, tales como los pobladores que habitan en las inmediaciones de la laguna, quienes desarrollan actividades económicas vinculadas al turismo, como el expendio de alimentos, la artesanía a base de juncos y otros servicios recreativos. De igual manera, se verán beneficiados los visitantes y turistas, al contar con un espacio ambientalmente adecuado para la recreación.

Del mismo modo, las entidades públicas como el Ministerio de Agricultura y otras instituciones relacionadas con la gestión ambiental contarán con información actualizada y confiable que facilitará la toma de decisiones respecto al uso adecuado del recurso hídrico, incluyendo actividades como la crianza de peces, el uso agrícola, el consumo animal y la recreación.

Actualmente, la información disponible sobre la laguna se limita principalmente a algunos parámetros fisicoquímicos, tales como pH, conductividad, temperatura, fitoplancton, nitratos y nitritos, los cuales han sido abordados en estudios previos como la tesis “Determinación de los Parámetros Físico-Químicos para Evaluar la Calidad de Agua en la Laguna la Encantada Provincia de Huaura-2016” (Atanacio Rojas, 2018).

Sin embargo, se requiere ampliar el análisis hacia otros parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que permitan una caracterización integral de la calidad del agua, a fin de verificar su cumplimiento con el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, y determinar su aptitud para las diversas actividades que se desarrollan en la laguna.

En consecuencia, la generación de esta información permitirá no solo mejorar la gestión ambiental del ecosistema, sino también promover el desarrollo sostenible

de la zona, beneficiando a la población local, a las autoridades competentes y a los usuarios del recurso.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Identificar las herramientas de gestión que permitieron la sustentabilidad del agua de la Laguna La Encantada, considerando sus características fisicoquímicas y microbiológicas.

1.4.2 Objetivos Específico

- Caracterizar las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua y suelo de la laguna la Encantada, de forma separada por matriz (agua/suelo)
- Evaluar la influencia de las actividades antrópicas (agricultura, ganadería, turismo y pesca) sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la Laguna La Encantada.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación

Actualmente en el territorio de la Municipalidad Distrital de Santa María, se puede observar un creciente incremento de la población y urbanización en los alrededores de la laguna Encantada, produciendo un impacto en todo el sistema ecológico que sostiene la laguna. Estos impactos se pueden medir en los cambios de la composición química del agua, contaminación de las orillas, disminución del volumen de agua, influencia en el ecosistema y afectación a la salud de las personas que hacen uso del cuerpo de agua (J Ramirez., 2023).

A nivel mundial, el desafío más frecuente al que se enfrenta la calidad del agua es la carga de nutrientes, que según la región se asocia a menudo con la carga de patógenos (WWDR, 2018). Los lagos se reconocen como los principales reservorios de agua dulce en los continentes, siendo vitales para el consumo humano y para el desarrollo de funciones ecosistémicas que resultan estratégicas para la sostenibilidad ambiental. (Ledesma, et al., 2013) La eutrofización se ha consolidado como una amenaza creciente para la

sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos. El deterioro registrado en aguas continentales, estuarios y mares en los últimos años ha elevado significativamente su nivel de vulnerabilidad. En consecuencia, controlar este proceso en los lagos se ha convertido en una prioridad urgente dentro de las estrategias de protección hídrica y de gestión sostenible del agua (García Miranda & Miranda Rosales, 2018)²³.

Desde esta perspectiva epistemológica, se considera que el conocimiento sobre la contaminación de la laguna Encantada se obtiene a través de la observación rigurosa, la medición y el análisis científico. Se valora la investigación empírica basada en datos cuantitativos y cualitativos. Esta perspectiva epistemológica enfatiza la importancia de métodos de muestreo y análisis estandarizados para recopilar datos sobre la contaminación en la laguna. Se considera que la objetividad y la precisión son fundamentales para generar conocimiento válido.

Desde esta perspectiva, se reconoce la interacción entre el investigador y el objeto de estudio. El conocimiento se construye a través del diálogo entre la experiencia del investigador y los fenómenos observados en la laguna. Se utilizaron los resultados obtenidos para evaluar las medidas de mitigación de los efectos de la contaminación.

Desde esta perspectiva axiológica, se valoró la neutralidad y objetividad en la investigación de la contaminación de la laguna. Se buscó minimizar los sesgos personales y prevenir interpretaciones subjetivas que puedan distorsionar los resultados.

2.2 Antecedentes de Investigación

2.2.1 Antecedentes Internacionales

En la laguna Alalay, ubicada en la ciudad de Cochabamba (Bolivia), se llevó a cabo un análisis de parámetros fisicoquímicos correspondientes al período 2003-2016. Aunque no se contó con un monitoreo continuo, los resultados indicaron concentraciones elevadas de fósforo y nitrógeno, junto con bajos niveles de oxígeno disuelto, condiciones que persistieron a pesar de la variabilidad estacional y de las precipitaciones de la región. Estos datos sugieren un ingreso constante de nutrientes, probablemente asociados al río Rocha y a descargas de aguas residuales sin tratamiento, lo que favorece la proliferación de algas. Asimismo, el carácter alcalino del agua y el aumento de la conductividad propiciaron la aparición de floraciones de cianobacterias, incrementando la materia orgánica y provocando la mortalidad de especies acuáticas. Frente a este escenario, se recomienda implementar un monitoreo ambiental sistemático, aplicar tratamientos económicos para las aguas residuales y promover la participación comunitaria en las acciones de restauración. (Perez Fernandez, Romero Jaldín, & Montaña Mérida, 2020) ²⁵.

Este trabajo se relaciona con la investigación desarrollada, puesto que se enfoca en el efecto que tienen las actividades antrópicas, en un cuerpo de agua, y adopta criterios de monitoreo para determinar las características físico químicas del agua de la Laguna Alalay, criterios que tomaremos en cuenta para la caracterización de las aguas de la laguna Encantada.

De acuerdo con Castro (2018), la laguna de Tota, localizada en Boyacá (Colombia), desempeña un papel estratégico en el suministro de agua a diversos municipios de la región. Con una extensión de 22,370 hectáreas, este lago natural abastece a localidades como Sogamoso, Tota, Aquitania y Nobsa, entre otras. (Mojica, 2011). El ecosistema de la laguna de Tota se encuentra bajo amenaza por la agricultura intensiva, en particular por los cultivos de cebolla establecidos en su periferia. En estos se utilizan de manera excesiva fertilizantes, plaguicidas y abonos orgánicos, lo que genera un aporte constante de contaminantes al lago por escorrentía superficial y filtraciones subterráneas. Datos reportados por la Universidad Nacional de Colombia indican que los agricultores aplican cada año cerca de 430 toneladas de plaguicidas y más de 63 mil toneladas de gallinaza, sin un control técnico sobre las dosis ni la periodicidad, lo que agrava la vulnerabilidad del cuerpo de agua. (Martínez, 2014). El Lago de Tota enfrenta un alto riesgo de deterioro ambiental debido a la fuerte carga contaminante que recibe, la cual amenaza con generar impactos irreversibles. Dado su rol como fuente de abastecimiento de agua en Boyacá, cualquier afectación en su calidad compromete el uso agrícola, pecuario, doméstico y de consumo humano. A este problema se suma la descarga directa de aguas negras del municipio de Aquitania, con más de 15 mil habitantes, lo que incrementa la presencia de nutrientes, coliformes y otros contaminantes en el lago. Como consecuencia, las poblaciones situadas aguas abajo dependen de un recurso hídrico comprometido, que ya muestra signos de contaminación por fósforo, nitrógeno y residuos orgánicos. (Castro Fonseca, 2018) ²⁶.

El propósito de la investigación consistió en analizar la calidad del agua en la cuenca hidrográfica del lago de Tota mediante una caracterización preliminar en tres puntos estratégicos del sistema. Para lograrlo, fue necesario considerar los factores que inciden en la disponibilidad y calidad del recurso, así como las prácticas agrícolas predominantes en el área de influencia. (Castro Fonseca, 2018) ²⁶..

Entre las conclusiones del estudio, figura lo siguiente:

- En el área de influencia del lago de Tota se concentra cerca de 2,500 hectáreas de monocultivo de cebolla, superficie que posiciona a esta cuenca como la región de mayor relevancia en la producción de dicho cultivo en Colombia. (Castro Fonseca, 2018) ²⁶..
- Las prácticas agrícolas desarrolladas en la cuenca del lago de Tota reflejan modelos de producción que carecen de un enfoque de sostenibilidad. La ausencia de acompañamiento técnico por parte de las autoridades regionales y el proceso de toma de decisiones basado únicamente en criterios productivos han propiciado un uso intensivo e indiscriminado de los recursos del ecosistema, lo que incrementa la vulnerabilidad de la cuenca. (Castro Fonseca, 2018) ²⁶.
- En el lago de Tota, las intervenciones humanas carentes de control o planificación adecuada han derivado en una gestión ambiental insuficiente dentro de la cuenca. La intensificación agrícola sin enfoque sostenible ha reducido progresivamente la capacidad del ecosistema para mantener sus servicios ambientales. (Castro Fonseca, 2018) ²⁶.

Existen iniciativas de investigación en el mundo, orientadas a mitigar y recuperar los lagos y lagunas, de los impactos de las actividades antrópicas.

En la tesis “Evaluación de la Calidad del Agua y los Efectos Antropogénicos sobre Sistemas Lénticos. Caso: Laguna de Calderas, San Vicente Pacaya, Guatemala” donde el trabajo investigativo corresponde al análisis de un sistema léntico (lagos, lagunas, estuarios, entre otros), basándose en el comportamiento de ciertas variables fisicoquímicas y su relación con el uso del suelo de la cuenca que subtiende dicho recurso hídrico. En este caso, se analizó el comportamiento de las variables mencionadas, en la laguna de Calderas, de Guatemala. Se realizó una visita preliminar en donde se analizaron aspectos de trascendencia como puntos de muestreo, tipo de embarcación a utilizar para alcanzar los puntos

definidos, entre otros. El objetivo principal correspondió a establecer los parámetros de calidad del recurso hídrico de la Laguna de Calderas y la incidencia del uso del suelo en sus valores, analizando mapas de clasificación supervisada categorizando los diferentes usos dentro de la cuenca. Se determinó que la calidad del agua de la Laguna de Calderas ha venido en decadencia, y los valores críticos encontrados en los parámetros de temperatura, oxígeno disuelto, turbiedad y transparencia se dan en las cercanías a las áreas cuyo uso del suelo corresponden a la agricultura, urbanización e industria (Dennis Salvador Argueta Mayorga, 2024, Universidad de San Carlos de Guatemala).

En la tesis “Estudio de la calidad del agua de la laguna de acúleo y análisis del sedimento”, La Laguna de Aculeo es un cuerpo de agua natural eutrofizado que presenta deterioro ambiental significativo, evidenciado por mortandad de peces, malos olores y degradación de la cuenca, asociados al incremento de actividades antrópicas y a sus características morfométricas. El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua mediante el análisis de datos históricos de 20 años y determinar la influencia de los sedimentos en la columna de agua, utilizando información de la Dirección General de Aguas y metodología APHA.

Se analizaron variables como pH, claridad (disco Secchi), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura, encontrándose que, según la Norma Chilena NCh 1.333/78, el agua es apta para riego y vida acuática, pese a su condición eutrofizada con altas concentraciones de nutrientes (nitratos y fosfatos), pero no apta para recreación con contacto directo.

En cuanto a los sedimentos, se identificaron altas concentraciones de fosfatos, superiores a las del agua, y variaciones espaciales en nitratos, fosfatos y materia orgánica, con mayores valores en zonas oeste y central, vinculadas a actividades agrícolas y turísticas. Además, la ausencia de estratificación térmica favorece la liberación de nitratos desde los sedimentos hacia la columna de agua, mientras que el fosfato permanece mayormente retenido en ellos.

2.2.2 Antecedentes Nacionales

“En la investigación sobre la gestión gubernamental frente a la contaminación de la subcuenca río Katari y la bahía Cohana del lago Titicaca (2014-2018), se concluyó que solo una minoría de sistemas de tratamiento de aguas residuales en Perú (17%) cumple con las normas básicas de operación y disposición final. El resto (83%) no desarrolla las acciones necesarias, lo que refleja un manejo deficiente de las descargas urbanas y un riesgo elevado para los cuerpos de agua.” (Aguilar, 2021) ²⁴.

“La tasa per cápita de generación de residuos sólidos en la región de Puno se estima en 0,540 kg diarios por persona. Este valor se traduce en 687,43 toneladas métricas al día y en un total anual cercano a 250 911,06 toneladas métricas en la cuenca del Lago Titicaca. Dicho volumen de desechos constituye un factor determinante en los elevados niveles de contaminación presentes en la ciudad de Puno.” (Aguilar, 2021) ²⁴.

Entre los contaminantes que afectan al lago Titicaca, destaca la actividad minera, ya que las aguas de los ríos Ramis, Huancané, Coata, Ilave y Suches trasladan hacia el lago los residuos y relaves mineros, generando un efecto acumulativo que incrementa su vulnerabilidad. (Aguilar, 2021) ²⁴.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación, ya que aborda similares variables de estudio, como son, la identificación de las fuentes de contaminación que afecta a un cuerpo de agua.

Un caso ilustrativo lo constituyen los humedales de Lima, que forman parte de un corredor biológico a lo largo de la franja costera desértica del Perú. Estos ecosistemas, en su mayoría, coexisten con asentamientos humanos que aprovechan los recursos que ofrecen. Por ejemplo, el *Schoenoplectus americanus* (junco) es utilizado en la elaboración de artesanías (León & Young, 1996; León et al., 1997). Asimismo, se desarrollan actividades como la pesca artesanal y la ganadería de vacunos y ovinos. Si bien esta interacción hombre-naturaleza tiene un componente productivo positivo, también implica riesgos: la extracción intensiva de junco produce residuos que favorecen la proliferación de plagas, como polillas y queresas, que afectan a especies nativas (Sánchez, 2007; Aponte, 2009). De igual modo, algunos humedales reciben descargas de aguas residuales y desechos orgánicos de poblaciones cercanas, lo que deteriora la calidad de sus aguas. (Young, 1998).

Como referentes nacionales en el presente estudio se tomaron en cuenta las siguientes tesis:

Gonzales Llenque (2024), en su investigación titulada *“Criterios de sostenibilidad arquitectónicos ambientales para la recuperación y activación turística natural de los humedales La Bocana–San José”*, tuvo como objetivo proponer lineamientos de sostenibilidad orientados a la recuperación ecológica y puesta en valor del humedal. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, mediante el análisis de las condiciones ambientales, sociales y territoriales del área de estudio. Los resultados evidenciaron que la degradación del ecosistema se encuentra asociada principalmente a la presión de actividades antrópicas, tales como la expansión urbana, el turismo no planificado y el inadecuado manejo de residuos, generando pérdida de biodiversidad y deterioro del entorno natural. En respuesta a ello, se plantearon criterios de sostenibilidad basados en la integración entre arquitectura y medio ambiente, considerando el uso de materiales locales, estrategias bioclimáticas y soluciones de bajo impacto ambiental, así como la implementación de infraestructura ecoeficiente para el desarrollo de actividades turísticas controladas. Se concluye que la aplicación de criterios de sostenibilidad

arquitectónica constituye una herramienta relevante para la gestión integral de humedales, favoreciendo su recuperación ecológica y el aprovechamiento sostenible de sus recursos.

Este antecedente te sirve para reforzar:

- La **influencia de actividades antrópicas en humedales**
- La necesidad de **gestión sostenible del ecosistema**
- La importancia de **estrategias integrales de recuperación ambiental**

Changanaqui Alfaro (2023) en su estudio “Conservación del Humedal Ramsar Pantanos de Villa: Monitoreos Ambientales”, ubicado en Lima, el cual constituye un ecosistema costero de importancia internacional reconocido como sitio Ramsar. La investigación tuvo como objetivo evaluar el estado ambiental del humedal mediante el análisis de monitoreos de calidad de agua, aire y ruido, utilizando información generada por la Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa (PROHVILLA), en concordancia con la normativa ambiental vigente.

En relación con la calidad del agua, se analizaron parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos, evidenciándose variabilidad espacial en función de las zonas evaluadas (Villa Baja, Génesis y Marvilla). Los resultados indican que algunos cuerpos de agua, como la laguna Marvilla, presentan una calidad regular, influenciada por aportes externos provenientes de canales y actividades antrópicas circundantes. Respecto a la calidad del aire, se identificaron incrementos en las concentraciones de material particulado (PM10 y PM2.5) en determinados periodos, asociados principalmente a actividades urbanas y obras cercanas, aunque otros contaminantes como NO₂, SO₂ y O₃ se mantuvieron dentro de los estándares de calidad ambiental. Asimismo, se resalta el rol del humedal como regulador y purificador natural del aire en entornos urbanos.

En cuanto al ruido ambiental, los resultados evidencian que los niveles sonoros en las zonas periféricas del humedal superan los estándares permitidos debido al tránsito vehicular, mientras que en el interior del ecosistema los niveles se

mantienen dentro de los límites, destacando la función amortiguadora de la vegetación.

Finalmente, el estudio concluye que la calidad ambiental del humedal se encuentra condicionada por la presión antrópica, por lo que resulta fundamental implementar estrategias de gestión sostenible, monitoreo continuo y acciones articuladas entre instituciones para garantizar la conservación del ecosistema y sus servicios ecosistémicos.

2.3 Bases Teóricas

El desarrollo de actividades antrópicas sin control en áreas próximas a humedales deteriora gravemente estos ecosistemas. Una alternativa para enfrentar esta problemática es el enfoque de Integrated Lake Basin Management (ILBM), conocido como Manejo Integral de Cuencas Lacustres. Este modelo parte de la premisa de que la gobernanza es el eje central de la gestión sostenible, sustentada en seis componentes que funcionan de manera interdependiente.

1. Instituciones sólidas para la gestión de la cuenca y sus cuerpos de agua.
2. Políticas claras que orienten el uso de los recursos hídricos.
3. Participación activa y organizada de actores sociales.
4. Identificación de las capacidades tecnológicas y de sus restricciones.
5. Acceso permanente a información científica y saberes locales.

Disponibilidad de financiamiento que asegure la implementación de medidas de gestión. Los seis puntos mencionados constituyen los Componentes o Pilares del ILBM (ILEC, 2005)²⁷.

En la figura 2 se ilustra el marco conceptual que servirá como referencia para el presente estudio.

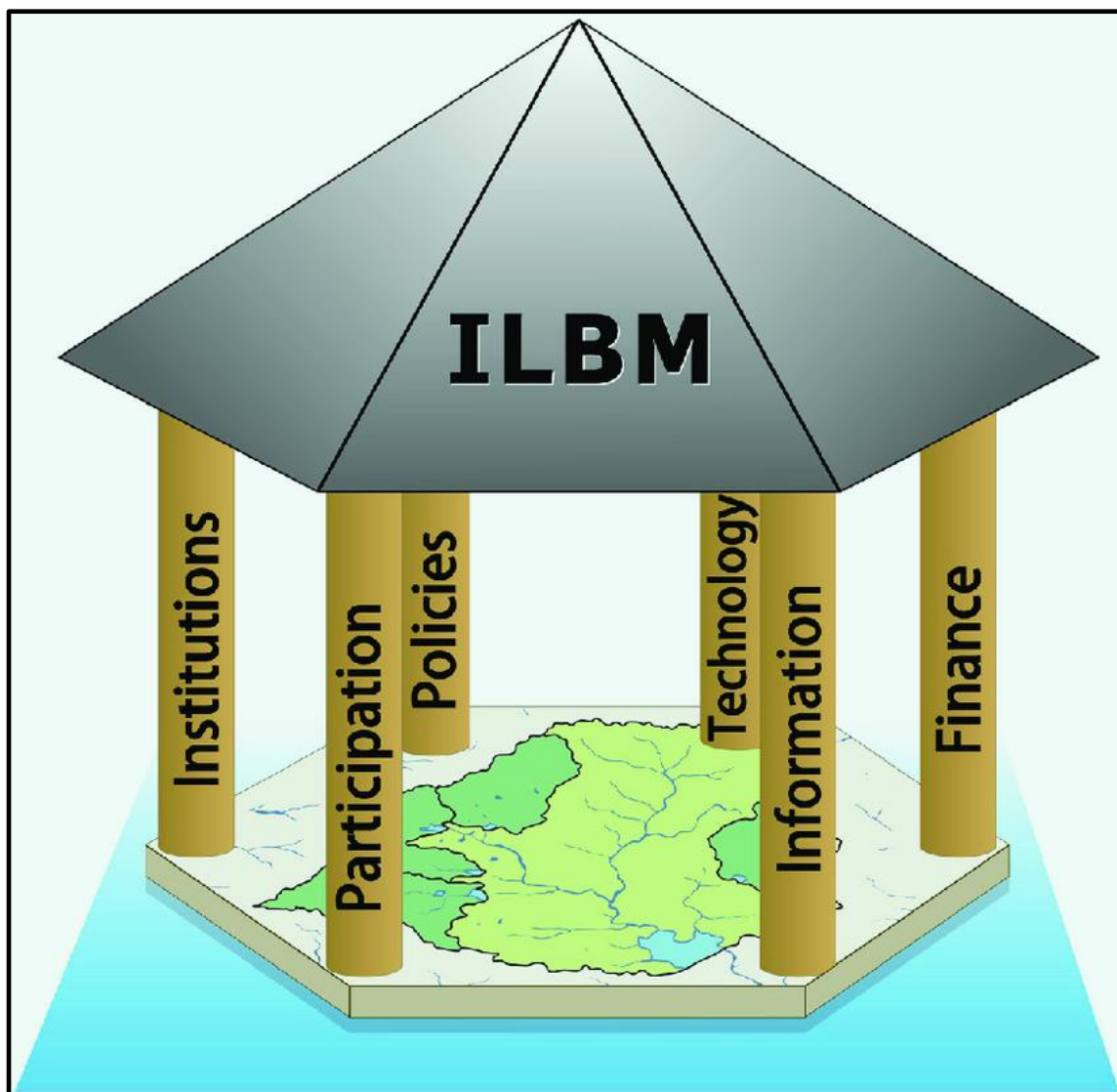


Figura 2. Marco de Gestión Integrada de Cuencas de Lagos (ILBM) del Comité Internacional para el Medio Ambiente de los Lagos (ILEC, 2005) www.ilec.or.jp.

Existe relación con el trabajo de investigación por la metodología empleada y metodología, criterios que son importantes para determinar las características de las aguas y suelos de un cuerpo de agua y la comparación de estas con la reglamentación nacional e internacional.

En 1980 se desarrolló el primer inventario nacional de lagunas y represamientos en el Perú, a cargo de la Oficina Nacional de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura. Dicho inventario tuvo como finalidad reconocer el potencial regulador de estos cuerpos de agua dentro de las cuencas hidrográficas, especialmente para enfrentar los déficits durante la estación seca y garantizar un suministro adecuado para actividades agrícolas, energéticas y productivas. El registro incluyó lagunas con nombre propio que aparecían en la Carta Nacional del IGN (1970), con áreas mínimas de 4 km², contabilizándose un total de 12,001 lagunas en el ámbito nacional. (Autoridad Nacional del Agua, 2014)⁷.

En la última actualización del inventario nacional de lagunas y glaciares realizado el 2014 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), a través de su dirección de conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, se pudo inventariar un total de 8355 lagunas con una superficie de 916,6 km² distribuidas en las 19 cordilleras nevadas: Blanca, Huallanca, Huayhuash, Raura, La Viuda, Central, Chonta, Huagoruncho, Huaytapallana, Vilcanota, Carabaya, Apolobamba, La raya, Volcánica, Vilcabamba, Urubamba, Huanzo, Ampato y Chila.

Las cordilleras nevadas se localizan en los Andes del Norte, Andes del Centro y Andes del Sur del continente Sudamericano y sus límites están distribuidos en el País como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Cordilleras nevadas del Perú. Fuente: Autoridad Nacional del Agua Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos 2014⁷.

Actualmente la ANA, viene realizando estudios de los recursos hídricos del país, y su situación hídrica, donde considera para los estudios los siguientes criterios (Autoridad Nacional del Agua, 2014):

- Caracterización del ámbito de estudio
- Oferta hídrica
- Calidad de agua
- Demanda y usos del agua
- Factores de presión de recursos hídricos

- Avances en la gestión de los recursos hídricos

Sin embargo, no todas las cuencas se encuentran estudiadas, adicionalmente muchas actividades humanas están impactando en los cuerpos acuíferos, sobre todo en los últimos 40 años, la afectación ha incrementado y se ve reflejado en mayor medida en los cuerpos hídricos más cercanos a las poblaciones, dada su accesibilidad, son propensos a ser fuertemente alterados por vertimientos de relaves mineros, aguas residuales, domésticas e industriales, desencadenado una fuerte contaminación del agua y del medio ambiente aledaño al cuerpo acuífero.

Generalmente las lagunas son impactadas por las siguientes fuentes principales de contaminación:

1. Contaminación por residuos sólidos extraños (basura), que son abandonados generalmente por las personas que visitan con fines recreacionales la laguna La Encantada. En las Figuras 4, 5, y 6, se observan la presencia de sólidos contaminantes debido a diversas actividades que se desarrollan por parte de los visitantes y lugareños.



Figura 4. Botellas de plástico que contenían agua de azar, usadas durante una sesión de curación espiritual (actividad común en la laguna).

2. Los visitantes suelen realizar actividades de recreación tales como natación, quema de juncos, caza de animales silvestres. Dejando restos sólidos que impactan directamente en las orillas de la laguna, como se observa en la Figura 5



Figura 5. Residuos plásticos abandonados y las alteraciones realizadas en los alrededores de la vegetación de la laguna la Encantada, afectando y permitiendo la degradación de la vegetación.

Actualmente no se tiene un dato del grado de contaminación de las orillas, no se conoce la cantidad de material extraño por metro cuadrado presente en las orillas, siendo un foco infeccioso y un impacto que daña directamente a la flora y fauna del lugar (ver Figura 6).



Figura 6. Materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada.

Existen zonas habitadas ubicadas a 2.5 kilómetros aproximadamente de la laguna la Encantada, tales como el asentamiento humano Keiko Fujimori, San Antonio, Las Palmeras y Cerro Colorado, Urbanizaciones: Los Jardines, Los Cisnes, Lever Pacocha, Unisal, El Olivar, estas zonas habitadas, que no cuentan con un servicio de recojo y disposición de residuos sólidos, estos son dispuestos en improvisados lugares de acopio o en las pistas, y con los vientos procedentes

del mar, terminan siendo trasladados hasta la laguna la Encantada. Gran parte de los residuos son de naturaleza plástica y de papel (Ver Figura 7)



Figura 7. Material extraño, trasladado por los vientos hacia la laguna la Encantada.

La contaminación por desechos orgánicos es ocasionada por las actividades antrópicas carentes de control que se desarrollan en la Laguna la Encantada y sus alrededores, actualmente la piscicultura y el aumento de la población que vierte las aguas residuales directamente al cuerpo de agua y sin previo tratamiento, ha ocasionado un aumento de la materia orgánica en las aguas. Adicionalmente los juncos que crecen en los alrededores de la laguna la

Encantada, están en proceso de disminución, dado que son utilizados como combustible por los visitantes, y para obras de artesanía por parte de los lugareños quienes no están considerados en un programa que permita la renovación para un mejor aprovechamiento de la planta, las actividades de quema de los juncos y recreación, muy cerca de ellos están ocasionando su pérdida, en la actualidad no existe una referencia que indique cuanto de territorio ha retrocedido esta planta (Ver Figura 8)



Figura 8. Actividades recreativas y quema de junco como combustible.

2.3.1 Parámetros Para la Caracterización de la Contaminación de las Orillas de la Laguna la Encantada

La laguna la Encantada, al ser un cuerpo de agua de naturaleza continental, en la legislación peruana no existe una directiva o norma que contemple las características óptimas de las orillas de las lagunas costeras o de cualquier otra región del país, para el aprovechamiento del turismo. En este sentido lo más cercano que se tiene es la Directiva Sanitaria N°038-MINSA/DIGESA-V.01. RM N°659-2010/MINSA⁸. Para la presente tesis se ha considerado aplicar el ítem “d” para evaluar la calidad de las orillas (Ver en la Tabla 1, Criterios para la determinación de la calidad sanitaria de las playas del litoral peruano).

Tabla 1. Criterios para la determinación de la calidad sanitaria de las playas del litoral peruano.

Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje Máximo Por Variable
Limpieza de la Playa (Residuos sólidos /10 m²)	Ausencia de residuos sólidos.	0.40	Buena	0,40
	Residuos sólidos hasta 1 a 15, en 10 m ²	0.20	Regular	
	Residuos sólidos mayor de 15, en 10 m ²	0.00	Mala	
Recipientes para Residuos Sólidos	Disponibles y en buen estado.	0.05	Presencia	0,05
	No disponibles o en mal estado.	0.00	Ausencia	

Fuente: Directiva Sanitaria N°038-MINSA/DIGESA-V.01. RM N°659-2010/MINSA⁸.

2.3.2 Clasificación del Agua

En Perú la normativa aplicable al agua es la Ley de Recursos Hídricos: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Decreto Supremo N°004-2017-MINAM⁹, que clasifica en cuatro categorías principales los estándares de calidad de agua, siendo las siguientes categorías descritas en la Tabla 2, aplicables actualmente a la laguna la Encantada de Huacho debido a los diferentes usos de sus aguas:

Tabla 2. Categorías y subcategorías de clasificación aplicable al agua de la laguna la Encantada

CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA
Categoría 1: Poblacional y recreacional	Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación. comprenden cuerpos hídricos ubicados en entornos costeros y continentales que se emplean para actividades de ocio. En el ámbito marino-costero, la extensión de estas zonas suele abarcar desde la línea de costa hasta los 500 metros hacia el mar, medidos desde la bajamar. En el caso de los espacios continentales, los límites específicos son determinados por la entidad reguladora correspondiente. B1. Contacto primario. Las aguas de uso recreativo con contacto primario son aquellas autorizadas por la entidad sanitaria para actividades en las que las personas mantienen una exposición directa e

	ensa con el agua, tales como nadar, bucear, surfear, practicar esquí acuático, navegar en tabla a vela, pescar bajo agua o conducir motos acuáticas. B2. Contacto secundario. Las aguas de contacto secundario son aquellas autorizadas por la entidad sanitaria para actividades recreativas en las que no existe una inmersión completa, como la navegación en botes, lanchas y embarcaciones afines.
Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales	Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas. Se entiende por este tipo de aguas aquellas que se utilizan en actividades de pesca o acuicultura orientadas a la producción de especies destinadas a la alimentación de la población.
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	D1. Riego de vegetales. Comprende el uso de aguas en la irrigación de cultivos, cuya clasificación depende del tipo de cultivo y del contacto del agua con la parte comestible: No restringido: para hortalizas consumidas en fresco, frutales irrigados por aspersión, áreas verdes, parques, campos deportivos y ornamentales. Restringido: para productos que requieren cocción (ej. habas), frutales de tallo alto sin contacto con el agua, cultivos destinados a procesos industriales (ej. cereales),

	cultivos no alimenticios (ej. algodón) y forrajes o pastos (ej. alfalfa, maíz forrajero). D2. Bebida de animales. Se refiere al agua utilizada en la hidratación de ganado mayor (vacuno, equino, camélido) y menor (porcino, ovino, caprino, aves, cuyes, conejos).
Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Subcategoría E1: Lagunas y lagos. Bajo esta definición se entienden los cuerpos naturales de agua quieta o de flujo mínimo, entre los cuales se encuentran los humedales.

Fuente: Decreto Supremo N°4-2017-MINAM⁹ Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.

Considerando la Tabla 2, la entidad que asigna a cada cuerpo natural de agua es el ANA (Autoridad Nacional del Agua), teniendo como criterio las categorías establecidas por el DS N 004-2017-MINAM, condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo con el marco normativo vigente.

Cuando en un mismo cuerpo de agua se presenten dos o más categorías posibles de uso, corresponde a la Autoridad Nacional del Agua establecer cuál será la categoría aplicable, dando prioridad al uso destinado al consumo poblacional.

Actualmente el agua de la Laguna la Encantada es utilizada para riego agrícola, piscicultura, bebida para ganado y uso recreativo (Ministerio de Agricultura y Riego; Autoridad Nacional del Agua, 2018)¹⁰.

2.3.3 Gestión Sustentable del Agua.

La naturaleza estratégica del agua está determinada por factores como su ubicación espacial, disponibilidad, calidad y la forma en que se regula su acceso y gestión. De ello dependen los múltiples usos en el territorio, el equilibrio de los ecosistemas y la oferta de servicios ecosistémicos asociados. (Estudio sobre la protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos, 2018)¹¹.

La gestión actual del agua en nuestro país tiene un modelo cuyos procesos están organizados y dirigidos de “arriba hacia abajo”, siendo la entidad gubernamental “Autoridad Nacional del Agua” del Ministerio de Agricultura y Riego, es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, el cual es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Dentro de sus funciones se encuentra:

- Administrar y vigilar las fuentes naturales de agua.
- Autoriza volúmenes de agua que utilizan y/o distribuyen los prestadores de servicios de agua (EPS y Juntas de regantes).
- Evalúa instrumentos ambientales.
- Otorga derechos de uso de agua, autorizaciones de vertimiento y reúso de agua residual tratada.

- Autoriza obras en fuentes naturales de agua.
- Conduce el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos.

La gestión del agua se concibe como un proceso dinámico que integra aspectos normativos, mecanismos de coordinación, y la participación conjunta de instituciones estatales y sociedad civil. Su finalidad es promover un uso sostenible del recurso hídrico, velando por el equilibrio social, económico y ambiental, así como por el manejo integral de cuencas y acuíferos. (Ministerio de Agricultura y Riego; Autoridad Nacional del Agua, 2018)¹². Es así como la gestión del agua implica el reconocimiento de:

- **Factores ecosistémicos.** Los cuerpos de agua constituyen sistemas donde interactúan múltiples formas de vida; por ello, cualquier alteración en su calidad, cantidad o en la geomorfología que los contiene repercute directamente en los ecosistemas acuáticos, tanto lénticos como lóticos.
- **Factores socioeconómicos.** La manera en que se regula el uso del agua para distintos sectores responde a dinámicas de apropiación que pueden favorecer a ciertos grupos y perjudicar a otros. Esta situación puede traducirse en conflictos sociales, vulneración de derechos y, al mismo tiempo, impactos negativos en los ecosistemas dependientes del recurso.
- **Factores sociopolíticos.** La gestión del agua involucra a instituciones formales e informales que operan en distintos niveles (local, regional y nacional).

Para garantizar un manejo equitativo, es necesario establecer criterios de participación inclusiva y corresponsable entre actores sociales, comunitarios, económicos y estatales, además de definir mecanismos claros de sanción y remediación. Las políticas y acciones de gestión trascienden los periodos de gobierno y deben entenderse como procesos de largo plazo.

(Ministerio de Agricultura y Riego; Autoridad Nacional del Agua, 2018)¹².

2.3.3.1 Gestión sustentable del agua en la Laguna La Encantada

La gestión sustentable del agua se define como el conjunto de estrategias orientadas al uso eficiente y la conservación de los recursos hídricos, garantizando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras (Global Water Partnership, 2000). Este enfoque integra dimensiones ambientales, sociales y económicas, promoviendo el equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación de los ecosistemas (Organización de las Naciones Unidas, 2015). En el caso de la Laguna La Encantada, la gestión sustentable resulta fundamental debido a la presión de actividades antrópicas como la agricultura y el uso recreativo, las cuales pueden incrementar la carga de nutrientes y afectar la calidad del agua, favoreciendo procesos de eutrofización (Robert G. Wetzel, 2001).

2.3.3.2 Enfoque ecosistémico aplicado a la Laguna La Encantada

El enfoque ecosistémico plantea que los cuerpos de agua deben ser gestionados considerando las interacciones entre sus componentes físicos, químicos, biológicos y sociales (Convención sobre la Diversidad Biológica, 2004). En este sentido, la cuenca hidrográfica constituye la unidad básica de gestión, ya que en ella se desarrollan procesos que influyen directamente en la calidad del agua, como la escorrentía y el transporte de sedimentos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2009).

Para la Laguna La Encantada, este enfoque implica la necesidad de controlar el uso del suelo en las riberas, reducir la erosión y minimizar la contaminación difusa, garantizando así la sostenibilidad del ecosistema.

2.3.3.3 Calidad del agua como indicador de sostenibilidad en la Laguna La Encantada

La calidad del agua es un indicador fundamental del estado ecológico de los sistemas acuáticos y se evalúa mediante parámetros fisicoquímicos y biológicos, como pH, oxígeno disuelto, temperatura y nutrientes (American Public Health Association, 2017).

El enriquecimiento de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, genera procesos de eutrofización que afectan la transparencia del agua, reducen el oxígeno disuelto y alteran la biodiversidad acuática (Wetzel, 2001). En la Laguna La Encantada, el monitoreo de estos parámetros permite identificar el impacto de las actividades antrópicas y establecer medidas de control para preservar la calidad del agua.

2.3.3.4 Interacción agua–sedimento en la Laguna La Encantada

Los sedimentos en sistemas lagunares actúan como reservorios de nutrientes y contaminantes, influyendo en la dinámica de la columna de agua (William M. Lewis Jr., 1987). En condiciones de mezcla, los nutrientes acumulados pueden liberarse hacia el agua, incrementando la concentración de nitratos y fosfatos y favoreciendo la eutrofización (Wetzel, 2001).

En la Laguna La Encantada, la interacción agua–sedimento resulta clave para comprender los procesos internos que afectan la calidad del agua, especialmente en escenarios de baja estratificación térmica.

2.3.3.5 Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) en la Laguna La Encantada

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) promueve el manejo coordinado del agua, el suelo y los recursos relacionados, con el fin de maximizar

el bienestar social sin comprometer la sostenibilidad ambiental (Global Water Partnership, 2000).

En el contexto de la Laguna La Encantada, la GIRH implica la participación de actores locales, la implementación de normativas ambientales, el control de vertimientos y la promoción de buenas prácticas agrícolas, contribuyendo a reducir la presión antrópica sobre el ecosistema.

2.3.3.6 Servicios ecosistémicos de la Laguna La Encantada

Las lagunas proporcionan servicios ecosistémicos esenciales, como regulación hídrica, hábitat para la biodiversidad y valor recreativo (Robert Costanza et al., 1997). La degradación de estos ecosistemas afecta directamente el bienestar humano y la sostenibilidad ambiental.

En la Laguna La Encantada, la conservación de estos servicios depende de la implementación de estrategias de gestión sustentable que aseguren la protección del ecosistema y el uso racional del recurso hídrico.

2.3.4 Herramientas Estadísticas para el Tratamiento de Datos.

En el presente estudio se generaron datos que son tratados con las siguientes herramientas estadísticas que, permitirán su interpretación y análisis.

- **Media.** – La media ($\bar{x}$) aritmética es la suma de todas las medidas (x_i) dividida por el número de medidas (n).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots \text{Ecuación 1.}$$

- **Desviación Estándar.** – La desviación estándar (s) de n medidas viene dada por:

$$s = \sqrt{\sum_i \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.}$$

Estas herramientas estadísticas representan la tendencia central de los datos (Estadística y Quimiometría para Química Analítica, James N. Miller & Jace C. Miller, 2002)³⁰

En la presente investigación, los puntos de estudio fueron seleccionados siguiendo la técnica de muestreo por conveniencia que es una técnica de muestreo no probabilística, tomando como referencia los lugares más visitados por las personas que llegan a la laguna La Encantada (Estadística para Administración y Economía, Anderson et al., 2008)³¹

Los datos que se obtienen en cada punto de muestreo tienen una tendencia normal, para su comprobación se utilizó la prueba de Anderson-Darling y para comparar datos obtenidos en diferentes tiempos debido a la implementación de las herramientas de gestión se utilizó la prueba de Tukey.

Prueba de Anderson-Darling.- La prueba estadística utilizada permite evaluar si los datos del estudio siguen una distribución normal, lo cual condiciona la elección del análisis posterior. Este método no paramétrico contrasta la hipótesis de que las observaciones provienen de una población con distribución continua, generalmente normal. El procedimiento compara la distribución acumulada empírica de la muestra con la teórica, y si la diferencia es considerable, se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

H0: Los datos siguen una distribución normal.

H1: Los datos no siguen una distribución normal. normalidad de los datos

El método Anderson-Darling, representado por el estadístico A^2 , mide qué tan bien se adapta una distribución teórica a un conjunto de datos. Este procedimiento compara la función de distribución acumulada empírica con la ajustada, considerando principalmente las discrepancias que se producen en los extremos de la distribución. Debido a esa ponderación, valores bajos del estadístico se asocian a un mejor nivel de ajuste. La expresión utilizada se detalla en la ecuación (3).

$$A^2 = -N - S \dots\dots\dots \text{Ecuación 3.}$$

$$A_n^2 = \sum_{i=1}^N \frac{2i-1}{n} [\ln F(Y_i) + \ln (1 - F(Y_{n+1-i}))] \dots\dots\dots \text{Ecuación 4.}$$

Donde:

- N: Número de casos
- n: Es el número de datos
- $F(Y_i)$: Función de la distribución empírica

(Pruebas para Comprobar la Normalidad de Datos en Procesos Productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk Y Kolmogórov-Smirnov; Societas. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas, 2021)³²

Prueba de Tukey.- La prueba de Tukey se emplea como procedimiento post hoc en un análisis de varianza (ANOVA), con el fin de identificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los pares de medias de los grupos evaluados. Este método permite realizar comparaciones múltiples controlando el error de tipo I acumulado.

Las hipótesis que se formulan son las siguientes:

- $H_0: \mu_i = \mu_j \text{ ó } (\mu_i - \mu_j) = 0$
- $H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ ó } (\mu_i - \mu_j) \neq 0$

Para responder a las hipótesis se calcula la correspondiente diferencia $d_i = y_i - y_j$ que se compara con el valor de DMS. Si $|d_i| > \text{DMS}_{\text{Tukey}}$ se rechaza la H_0 entonces las diferencias entre las respectivas medias poblacionales son significativas.

$$\text{DMS}_{\text{Tukey}} = q_{(t; \delta_e) \alpha} \sqrt{\left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j}\right) \left(\frac{\text{CMEE}}{2}\right)} \dots \dots \dots \text{Ecuación 5}$$

Donde:

q: Valor de la tabla de amplitud total estudentizada de Tukey, depende de t y δ_e

t: número de tratamiento de datos (n en la tabla)

δ_e : grados de libertad del error experimental (m en la tabla)

r: número de repeticiones con las que se calculó cada media a comparar

(Comparaciones Múltiples de Medias; Facultad de Ciencias Naturales UNSA, Área de Estadística, 2016)³³

Análisis de Varianza (ANOVA).- Es una técnica estadística versátil que permite comparar más de dos grupos o condiciones experimentales. Su aplicación es útil en diseños con mediciones repetidas, en estudios donde deben controlarse variables que influyen en el resultado, o cuando se analizan simultáneamente múltiples tratamientos. En este modelo, un factor corresponde a la variable independiente que define los grupos, y los niveles representan las categorías de dicha variable. La hipótesis nula plantea la igualdad de medias poblacionales, mientras que la alternativa sostiene que existe al menos una diferencia significativa entre ellas.

- $H_0: \mu_i = \mu_j = \mu_k = \dots = \mu_k$
- $H_1: \mu_i \neq \mu_j \neq \mu_k \neq \dots \neq \mu_k$

(Análisis de Varianza, Pontificia Universidad Católica de Chile. 2014)³⁴

2.4 Modelo Conceptual Integrado de la gestión sustentable del agua en la Laguna La Encantada

A partir de la revisión de la literatura científica y de los antecedentes analizados, se identifican cinco ejes teóricos fundamentales que explican la dinámica de la gestión sustentable del agua en ecosistemas lénticos como la Laguna La Encantada:

- Gobernanza del recurso hídrico
- Gestión adaptativa
- Bienes comunes
- Redistribución de beneficios y costos
- Energía hídrica (como soporte funcional del ecosistema)

Si bien diversos autores abordan estos conceptos de manera independiente, la presente investigación propone un modelo conceptual integrador, en el cual estas dimensiones se interrelacionan para explicar la sustentabilidad del sistema lagunar.

2.4.1 Gobernanza del Agua Como Eje Articulador

La gobernanza del recurso hídrico constituye el componente central del modelo, al involucrar la interacción entre actores institucionales, sociales y económicos en la toma de decisiones. Tal como plantea el enfoque de gestión integrada (ILBM), la sostenibilidad depende de la participación, regulación y coordinación interinstitucional.

En el caso de la Laguna La Encantada, la gobernanza se materializa en:

- Participación comunitaria
- Control de actividades antrópicas
- Implementación de instrumentos de gestión

2.4.2 Bienes Comunes y Presión Antrópica

El agua de la laguna se configura como un bien común, caracterizado por:

- Acceso compartido
- Riesgo de sobreexplotación
- Externalidades negativas (contaminación)

Las actividades antrópicas (agricultura, turismo, ganadería) generan presión sobre el recurso, afectando su calidad fisicoquímica y microbiológica.

2.4.3 Gestión Adaptativa Como Respuesta al Deterioro

La gestión adaptativa se incorpora como un enfoque dinámico que permite:

- Ajustar decisiones en función del monitoreo ambiental
- Reducir incertidumbre de las características fisicoquímicas del agua y orillas de la laguna
- Implementar medidas correctivas

Esto se evidencia en la necesidad de monitoreo continuo y control de contaminantes en la laguna.

2.4.4 Redistribución de costos y beneficios

El modelo reconoce que los beneficios del uso del agua (turismo, agricultura) no se distribuyen equitativamente, mientras que los costos ambientales (contaminación, degradación) son asumidos colectivamente.

Por ello, la gobernanza efectiva debe incluir:

- Mecanismos de regulación
- Responsabilidad ambiental

- Equidad en el uso del recurso

2.4.5 *Energía hídrica y funcionamiento del ecosistema*

La energía hídrica, entendida como la capacidad del sistema acuático para sostener procesos ecológicos (flujo, oxigenación, ciclos biogeoquímicos), es afectada por:

- Reducción del volumen de agua
- Incremento de materia orgánica
- Alteración de parámetros fisicoquímicos
- Esto impacta directamente en la resiliencia del ecosistema.

2.4.6 *Integración del Modelo*

El modelo conceptual propuesto establece que:

La gestión sustentable del agua en la Laguna La Encantada es el resultado de la interacción entre la gobernanza del recurso hídrico, la gestión adaptativa, la regulación de bienes comunes, la redistribución equitativa y el mantenimiento de la energía hídrica del sistema. Este modelo se puede resumir en el siguiente diagrama de flujo:

**MODELO CONCEPTUAL DE LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA EN
LA LAGUNA LA ENCANTADA**



CAPITULO 3: METODOLOGÍA

La metodología de investigación del presente trabajo tuvo un enfoque cuantitativo, se recolectaron datos y se realizaron mediciones, para determinar las mejores herramientas de gestión que, nos ayudarán a mejorar la calidad de las aguas de la laguna la Encantada.

En el presente estudio las labores de toma de datos en campo, se desarrolló en las siguientes dos etapas:

- **Etapas N°1:** se realizará en la estación de invierno, cuando la afluencia de turismo y la influencia de las actividades antrópicas es mínima.
- **Etapas N°2:** se realizará en temporada de verano, cuando la afluencia de visitantes es máxima.

Estas dos etapas tendrán la finalidad de evaluar las fuentes y el nivel de contaminación, debido a los impactos de las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan durante todo el año, así mismo la información que se obtenga en el presente estudio, servirá para desarrollar herramientas de gestión que posibilite la sustentabilidad de las aguas de la laguna, así como su descontaminación.

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El presente trabajo es del tipo aplicada, y el diseño es experimental tipo aplicativo con alcance descriptivo correlacional. Así mismo tendrá como principales características, ser descriptivo y correlacional.

Descriptivo: busca describir las características de las aguas de la laguna la Encantada, así como las principales fuentes de contaminación que actualmente están presentes y que deterioran las aguas.

Correlacional: Dado que se busca identificar probables relaciones entre las variables implementar herramientas de gestión que influyan en la respuesta de las variables independientes, permitiendo minimizar el impacto de las fuentes de contaminación y mejorar la calidad de las aguas.

3.2 Unidad de Análisis

La unidad de análisis de la presente investigación está constituida por el ecosistema lagunar de la Laguna La Encantada, considerado como un sistema ambiental integral. En este sentido, el estudio adopta un enfoque ecosistémico, en el cual se evalúan de manera articulada los componentes físicos y químicos que conforman el sistema.

Para efectos del análisis, se consideran dos componentes interrelacionados: la columna de agua y suelo, los cuales no constituyen unidades independientes, sino partes de un mismo sistema dinámico. La interacción entre ambos componentes resulta fundamental para comprender los

procesos que determinan la calidad del agua, especialmente en lo referido al intercambio de nutrientes y su influencia en la eutrofización del cuerpo lagunar.

3.3 Población de Estudio

La población de estudio son las lagunas de la provincia de Huaura ubicada en el departamento de Lima.

La población de estudio está conformada por el total del cuerpo de agua y suelo de la Laguna La Encantada, dentro de su delimitación natural. Al tratarse de una investigación ambiental, la población no se define en términos de individuos, sino como un sistema ecológico continuo, en el cual se manifiestan procesos físicos, químicos y biológicos de interés para el estudio. Asimismo, la población incluye las distintas zonas del espejo de agua y áreas de influencia directa, las cuales pueden presentar variabilidad espacial debido a factores como la profundidad, el uso del suelo circundante y la influencia de actividades antrópicas.

3.4 Tamaño de Muestra

La muestra es la laguna la Encantada ubicada en distrito de Santa María Provincia de Huaura. las aguas de este cuerpo de agua, los suelos que se encuentran en sus orillas y los poblados que aportan significativamente al impacto de sus aguas y alrededores. En la Figura 9, se pueden identificar algunas de las actividades que actualmente se encuentran en el objeto de estudio, por ejemplo:

- Puestos de expendio de comida para turistas.
- Viviendas del poblado Pampas de Animas.
- Empresas de crianza de animales.
- Artesanos que utilizan el junco.
- Agricultores cercanos a las orillas.



Figura 9. La laguna la Encantada y sus principales fuentes de contaminación identificadas.

El ámbito de estudio comprende la laguna La Encantada, situada hacia el este de la ciudad de Huacho, en el sector denominado Pampa de Ánimas Alta. Se localiza entre la cadena montañosa identificada como Cerro Colorado o Pampa Colorada, dentro del distrito de Santa María, provincia de Huaura, en el departamento de Lima, a una distancia aproximada de 4 km de la carretera Panamericana. Sus coordenadas geográficas en el sistema UTM se encuentran entre 8768,500 – N y 8767,750 – N, y entre 221,000 – E y 221,750 – E.

3.5 Selección de la Muestra para Análisis de Laboratorio

Se tomaron muestras por conveniencia, es decir a criterio del investigador.

La selección de los puntos de muestreo se realizó mediante una estrategia de muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando criterios técnicos vinculados a la accesibilidad, condiciones de seguridad y, principalmente, la representatividad ambiental de las zonas con mayor presión antrópica dentro de la Laguna La Encantada, tales como áreas de actividad turística, recreativa y agrícola. Esta elección metodológica resulta consistente con el enfoque aplicado de la investigación, orientado a evaluar el impacto de dichas actividades sobre la calidad del agua y las condiciones de las orillas del ecosistema.

Complementariamente, durante la etapa de recolección de muestras en campo, se incorporó un criterio de selección aleatoria en la toma de submuestras dentro de cada punto definido, con la finalidad de reducir sesgos asociados a la variabilidad espacial inmediata y asegurar mayor objetividad en la obtención de datos. Este procedimiento permitió mejorar la confiabilidad de los resultados analíticos, sin afectar la viabilidad operativa del muestreo en un entorno con limitaciones de acceso y heterogeneidad ambiental.

En consecuencia, la combinación de ambos enfoques permitió equilibrar las restricciones logísticas propias del área de estudio con la necesidad de mantener rigurosidad técnica en el proceso de muestreo, garantizando que los datos obtenidos sean representativos de las condiciones reales del sistema de la laguna Encantada evaluado.

Para el presente estudio se colectaron 155 galones de agua, los cuales fueron tomados en distintos puntos de la laguna la Encantada, para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Se tomaron 20 kilos de suelo y/o sedimento, que servirá para determinar la cantidad de material extraño presente en las orillas de la laguna la Encantada.

Se tomará como criterio para la selección de los puntos de muestreo, los botaderos de residuos sólidos, efluentes, puntos impactados por las actividades económicas y zonas donde se encuentre mayor cantidad de vida natural.

Las muestras de agua se seleccionaron de manera no probabilística, simple o puntual e intencional dado que el investigador seleccionó puntos de muestreo que evidenciaron tener mayor contaminación, y se siguieron las recomendaciones del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, ítem 6.3 a. Página 29 (Resolución Jefatural N^o. 010-2016-ANA)¹³.

Las muestras de suelo para los análisis de material extraño serán tomadas de manera simple e intencional, siguiendo los lineamientos establecidos en la Guía para Muestreo de Suelos, ítem 1.3.1. Muestreo de Identificación (MI), página 10 (Decreto Supremo N°002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo) ¹⁴.

3.6 Técnicas de Recolección de Datos

El estudio se sustenta en la compilación de datos previos, selección y síntesis de bibliografía escrita y de internet, con el fin de obtener una visión real de la problemática y poder realizar los objetivos planteados en el presente estudio.

Así mismo se utilizarán los conceptos de:

- Técnica descriptiva para determinar las propiedades del objeto de estudio.
- Técnica explicativa, con el fin de exponer el estado actual de la laguna la Encantada.
- Técnica de datos de campo, dado que se recolectará información de campo, para conocer la situación actual del objeto de estudio, y durante la aplicación de las herramientas que se pretenden implementar.

En la Tabla 3 se mencionan la de ubicación de los puntos de muestreo para determinar materia extraña en la orilla de la laguna la Encantada, para determinar las coordenadas de los puntos, se consideró la afectación que sufren debido a la preferencia que tienen los visitantes por estos lugares y los residuos sólidos que dejan.

Tabla 3. Ubicación de los puntos de muestreo para la calidad de las orillas.

Código del punto de muestreo	Coordenadas	Tipo de muestra
ME01	18 L 0220702 8767856	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada
ME02	18 L 0220736 8767834	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada
ME03	18L 0220721 8767936	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada
ME04	18L 0220724 8767940	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada
ME05	18L 0220705 8767978	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada
ME06	18L 0220712 8768021	Materia extraña en orilla de laguna la Encantada
ME07	18L 0220936 8768116	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada
ME08	18L 0221129 8768184	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada
ME09	18L 0220873 8767726	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada

Código del punto de muestreo	Coordenadas	Tipo de muestra
ME10	18L 0220866 8767736	Materia extraña en orilla de la laguna la Encantada

Así mismo se codificó los puntos de muestreo de suelos con los prefijos “ME” numerándolos del 1 al 10. En la Figura 10, se puede observar la distribución espacial de los puntos de muestreo.

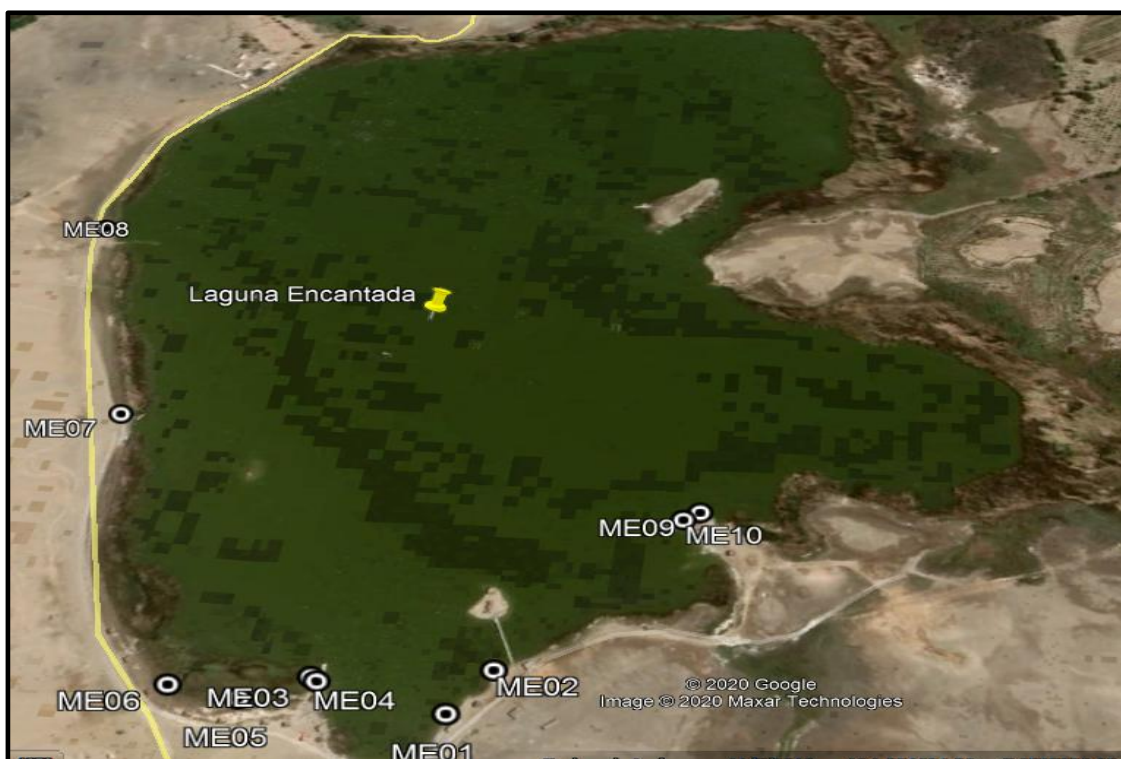


Figura 10. Puntos de muestreo de las orillas de la laguna la Encantada.

Para los puntos de muestreo de agua superficial, se consideró realizar un transepto que divide la laguna en dos partes semejantes, sobre el cual

colocaremos los 4 puntos de muestreo que denominaremos de la siguiente manera: L01; L02; L03 y L04(Como se muestra en la Tabla 4 y en la Figura 11). Distribuidos equidistantemente, con el fin de caracterizar las aguas de forma representativa.

Tabla 4. Ubicación de los puntos de muestreo para la calidad del agua.

Código del punto de muestreo	Coordenadas	Tipo de muestra
L01	18 L 220874 8767732	Agua Superficial
L02	18 L 220971 8767798	Agua Superficial
L03	18 L 221087 8767903	Agua Superficial
L04	18 L 221186 8767987	Agua Superficial



Figura 11. Puntos de muestreo de las aguas de la laguna la Encantada.

Equipos utilizados en el presente estudio

- GPS.
- Multiparámetro (pH, Conductividad y Oxígeno disuelto)
- Espectrofotómetro de UV-VIS
- Espectrofotómetro ICP-MS
- Estufas

- Incubadora
- Cromatógrafo Iónico
- Balanza analítica
- Estufa
- Campana de extracción de gases
- Digestor (capacidad de 0 a 200 °C)
- Rotavapor
- Digestor Kjeldahl

3.7 Parámetros Utilizados Para la Caracterización de las Aguas de la Laguna la Encantada.

Los parámetros que utilizaremos para caracterizar las aguas de la laguna la Encantada se encuentran indicados en el ECA para Agua, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, y los que utilizaremos para el presente estudio son los siguientes:

1. Aceites y grasas: Este procedimiento está basado en el Standard Method 5520 Oil and Grease. A, B. APHA, AWWA, WEF.

Este método es aplicable a las siguientes matrices: Aguas naturales, Aguas residual, Aguas salinas y Agua de consumo humano. Para la determinación de aceites y grasas en muestras líquidas se emplea el método de partición líquido-líquido de tipo gravimétrico, siguiendo la técnica descrita en el Standard Methods 5520B. Este procedimiento consiste en extraer los compuestos lipídicos disueltos

o en emulsión mediante el contacto directo con un solvente orgánico, siendo el n-hexano el agente utilizado en el caso del análisis gravimétrico.

Se determina el contenido de aceites y grasas en la muestra inicial por diferencia gravimétrica.

En ciertos casos, la agitación de las muestras con solventes orgánicos puede originar emulsiones de difícil separación. El método contempla procedimientos específicos para tratarlas. Asimismo, se recomienda recuperar y reutilizar el solvente, ya que esto contribuye a disminuir la liberación de vapores al ambiente y reduce los costos asociados a su adquisición.

2. Alcalinidad: La alcalinidad de una muestra se origina por la presencia de especies como hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, las cuales, al disociarse o hidrolizarse, reaccionan frente a un ácido patrón añadido. De este modo, la determinación de la alcalinidad varía en función del pH que se defina como punto final. Este método se determina potenciométricamente hasta llegar a pH de 4,5 para la alcalinidad total.

El valor alcalimétrico a la fenolftaleína mide la cantidad de álcalis libres en el agua y de carbonatos alcalinos cáusticos. El valor alcalimétrico total corresponde a la cantidad de álcalis libres, carbonatos y bicarbonatos que contiene el agua. Este procedimiento está basado en la norma en el Standard Method 2320 B. (SMEWW, APHA, AWWA, WEF), 23nd Ed.

3. Aniones por cromatografía iónica: El método se fundamenta en el empleo de resinas de intercambio iónico. Al atravesar la columna, los diferentes iones de la muestra son retenidos de manera diferencial según su interacción con la fase estacionaria. Posteriormente, los analitos separados son detectados mediante sistemas como el conductimétrico, amperométrico o UV, generándose un cromatograma en el que el tiempo de retención permite identificar el ion

(análisis cualitativo), mientras que el área del pico refleja su concentración (análisis cuantitativo).

Este procedimiento es aplicable para la determinación de cloruro, fluoruro, nitrato, nitrito, fosfato y sulfato en las matrices de agua de uso y consumo humano, agua natural y agua residual.

4. Color: Método espectrofotométrico. Longitud de onda: El término color es usado aquí para referirse al color verdadero, es decir, el color del agua del cual la turbidez ha sido removida.

Se entiende por color verdadero aquel que resulta de la presencia exclusiva de solutos disueltos en el agua. Por el contrario, el color aparente corresponde a la influencia de materiales suspendidos. En muestras de agua de elevada transparencia o con turbidez mínima, ambos tipos de coloración tienden a coincidir.

La determinación del color se realiza por espectrofotometría en el rango de 450 a 465 nm, tomando como estándar las soluciones de platino-cobalto que permiten establecer la comparación.

Este procedimiento se basa en el Standard Method 2120 C (SMEWW, APHA, AWWA; WEF). Es aplicable a aguas naturales, residuales y agua de uso y consumo humano.

5. Conductividad: Si se llena con agua una celda de 1 cm de lado, la conductividad de entre dos caras opuestas en las mismas, se denomina conductividad específica, la cual aumenta con la concentración de iones disueltos en la muestra, variando además con la naturaleza de dichos iones existentes en el agua objeto del análisis. Como la conductividad eléctrica de las soluciones acuosas de sales aumenta con la temperatura, se toma la temperatura patrón la de 25° C.

6. Demanda bioquímica de oxígeno: El ensayo de demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO_5) consiste en llenar completamente un frasco hermético con la muestra de agua, evitando la presencia de burbujas, e incubarlo a una temperatura controlada durante cinco días. La concentración de oxígeno disuelto se determina antes y después del periodo de incubación, calculándose la DBO como la diferencia entre ambas mediciones. Dado que el oxígeno disuelto se mide inmediatamente después de preparar la dilución, el consumo inicial de oxígeno, incluso durante los primeros minutos, se incluye en la estimación final. El procedimiento aplicado se basa en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, método 5210-B (APHA, AWWA, WEF, 2017).

7. Demanda química de oxígeno: El método de análisis de la DQO consiste en tratar la muestra de agua con un oxidante fuerte, generalmente dicromato de potasio, en un medio ácido sulfúrico y en presencia de plata como catalizador. La materia orgánica presente en el agua es oxidada por el dicromato, y la magnitud de esta reacción se evalúa posteriormente por colorimetría, determinando el consumo del oxidante.

Durante el ensayo, la materia orgánica oxidable transforma el dicromato de cromo hexavalente (Cr^{6+}) en cromo trivalente (Cr^{3+}). La magnitud de esta reducción se utiliza como medida de la carga contaminante del agua analizada.

El método colorimétrico aplicado a la medición de la DQO se basa en que el ion dicromato Cr(VI) presenta una absorción máxima en la zona de 420 nm, mientras que el ion crómico Cr(III) absorbe en torno a 600 nm, generando señales diferenciadas. Con el fin de calibrar la técnica, se utilizan soluciones estándar de ftalato potásico, sustancia con una demanda química de oxígeno conocida.

El análisis está basado en el Method 5220-D. Chemical oxygen demand. Closed reflux, colorimetric method. (2017). Standard Methods for the Examination of water and wastewater (23rd Ed.). APHA, AWWA, WEF, p 5-20.

8. Nitrógeno (orgánico): El procedimiento consiste en mineralizar la muestra con ácido sulfúrico en presencia de una elevada cantidad de sulfato de potasio, cuya función es aumentar la temperatura de ebullición de la digestión. Durante este proceso, los compuestos nitrogenados se convierten en sulfato de amonio, con la ayuda del selenio que actúa como catalizador. El amoníaco libre y nitrógeno - amonio también se convierten en $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Después de la adición de una base, el ion amonio se libera como amoníaco, se destila del medio alcalino y se absorbe sobre una solución indicadora de ácido bórico. El amoniaco en el destilado se titula con ácido clorhídrico o sulfúrico. Con este método se puede determinar un amplio rango de concentraciones de nitrógeno orgánico. Este análisis se encuentra basado en Method 4500-Norg. B. Nitrogen (organic). Macro-Kjeldahl Method. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd Ed.). APHA, AWWA, WEF, p 4-132, y Method 4500-NH3 C. Titrimetric Method. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd Ed.). APHA, AWWA, WEF, p 4-112.

9. pH método electrométrico: El principio de la medición electrométrica del pH consiste en registrar la actividad de los iones hidrógeno a través de un sistema potenciométrico que emplea un electrodo indicador y un electrodo de referencia. La diferencia de potencial obtenida presenta una relación lineal con el pH, la cual se calibra con soluciones tampón. El valor de pH de la muestra se determina mediante comparación y extrapolación de esas mediciones.

Este procedimiento está basado en el Standard Method 4500 – H^+ , B, 23nd Ed. (SMEWW, APHA, AWWA, WEF). Este procedimiento es aplicable a aguas naturales, residuales, uso y consumo humano, aguas salinas y agua de proceso.

10. Sólidos sedimentables: Esta basado en la medida del volumen de sólidos sedimentados en un tiempo determinado en un cono graduado. Este parámetro nos da una idea de la sedimentabilidad de los sólidos que contiene el agua. Este procedimiento está basado en el Standard Method 2540 F. (SMEWW, APHA, AWWA, WEF). Este procedimiento es aplicable a muestras con un contenido en sólidos sedimentables superior a 0.5 ml/L.

11. Sólidos totales secados a 103-105 °C: Se evapora una muestra correctamente homogeneizada en una placa pesada y secada a peso constante en una estufa a $104^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. El aumento de peso sobre el de la placa vacía después de evaporación representa los sólidos totales. El método es adecuado para la determinación de sólidos totales en muestras acuosas, así como para aguas residuales urbanas e industriales. El rango lineal abarca desde 3 hasta 500 mg/L. El rango superior es ampliable 100 veces por dilución. Este método está basado en el Standard Methods 2540 B. (APHA, AWWA, WEF).

12. Sulfuro: El potencial de ion selectivo electrodo (ISE) de plata / sulfuro se relaciona con la actividad de los iones sulfuro. Un reactivo antioxidante alcalina (AAR) se añade a las muestras y estándares para inhibir la oxidación de sulfuro por el oxígeno y para proporcionar y pH una fuerza iónica constante.

El método de electrodo de ion selectivo no se ve afectado por el color o turbidez de la muestra solo para muestras con alta concentración en color utilice el método de adiciones estándar para verificar los resultados y es aplicable para concentraciones de 0,032 mg / L ($1 \times 10^{-6}\text{M}$) a 100 mg / L sin preconcentración. Para concentraciones más bajas, la preconcentración es necesaria, Compruebe el rendimiento del electrodo cada vez que se realice el análisis, compruebe el potencial de una solución estándar de sulfuro, si la concentración total de sulfuro es mayor que 0,03 mg / L ($1 \times 10^{-6}\text{M}$) y el retardo de tiempo es sólo unos pocos minutos , el sulfuro se puede determinar directamente .De lo contrario , precipitar ZnS como se describe en la Sección 4500 - S2- C .(para concentrar y eliminar algunas interferencias, agregar acetato de zinc y NaOH esperar a que precipite, retirar el sobrenadante luego agregar agua hasta el tope agitar y retirar rápidamente una porción para el análisis), esta determinación está basada en el Method 4500-S2- G. Sulfide. Ion-Selective Electrode Method. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 rd Ed.). APHA, AWWA, WEF, p 4-179.

13. Turbidez: La determinación de turbidez por el método nefelométrico se fundamenta en la comparación de la luz dispersada por la muestra con la generada por una solución patrón, bajo las mismas condiciones de análisis. La magnitud de la turbidez está directamente relacionada con la intensidad de la luz dispersada: a mayor dispersión, mayor turbidez. Como referencia se utiliza el patrón de sulfato de formazina. Este procedimiento es aplicable a todo tipo de muestras acuosas y sigue lo establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, método 2130 B, 23.^a edición (APHA, AWWA, WEF), en un rango de 1 UNT a 7500 UNT.

14. Clorofila: En este método, los pigmentos apolares se separan de la matriz mediante un disolvente orgánico y se someten a análisis por espectrofotometría UV-Visible. El espectro de absorción se obtiene entre 350 y 750 nm, posibilitando la determinación cuantitativa de cada analito. Este análisis se encuentra basado en el Method 10200 H Chlorophyll Item 1, 2 (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd Ed.). APHA, AWWA, WEF; p 10-22, 10-23, y 10-24.

3.8 Análisis estadístico Análisis de Componentes Principales (PCA).

Con la finalidad de identificar las variables con mayor contribución a la variabilidad del sistema evaluado en el presente estudio y reducir la redundancia entre indicadores, se aplicó el Análisis de Componentes Principales (PCA), técnica estadística multivariada que transforma un conjunto de variables originalmente correlacionadas en un número menor de componentes no correlacionados entre sí.

Previamente, las variables cuantitativas serán estandarizadas mediante puntuaciones $Z ((X-u)/\delta)$, a fin de evitar sesgos asociados a diferencias de escala y unidad de medida. La pertinencia de la aplicación del PCA se verificó mediante el índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. Se considerará adecuada la aplicación del método cuando el valor KMO sea mayor a 0,50 y la significancia de la prueba de Bartlett sea menor a 0,05.

La selección de componentes principales se realizará considerando autovalores mayores a 1 y el porcentaje de varianza acumulada explicada. Asimismo, se evaluarán las cargas factoriales de cada componente para identificar las variables de mayor peso relativo dentro de la estructura multivariada del sistema. Los resultados del PCA permitirán reconocer patrones de agrupamiento, determinar los factores dominantes del fenómeno analizado y sustentar la selección de variables críticas para el modelamiento y el análisis de sensibilidad del presente estudio. Se utilizó el software SPSS el cual permitió obtener la matriz de correlaciones, componentes principales y la matriz de coeficientes para calcular puntuaciones en las componentes.

Con el fin de fortalecer la robustez del análisis, se aplicaron técnicas multivariadas:

a) Análisis de Componentes Principales (PCA)

Permitió:

- Reducir la dimensionalidad de los datos
- Identificar variables que explican la variabilidad de la calidad del agua
- Determinar asociaciones entre parámetros fisicoquímicos y fuentes de contaminación

b) Correlación de Spearman

Se utilizó para evaluar la relación entre variables ambientales y actividades antrópicas, considerando la posible no normalidad de los datos.

c) Modelamiento matemático del sistema lagunar

Se desarrolló un modelo simplificado basado en el artículo “Application of a PCA based water quality classification method in water quality assessment in the Tongjiyan Irrigation Area, China” de Xue-feng Tao, Faculty of Geosciences and Environmental Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, el cual tiene en cuenta el balance de masa de contaminantes y el análisis de PCA, que describe la dinámica de la calidad del agua:

$$F_i = b_1 Z_{\text{Conductividad}, i} + b_2 Z_{\text{DBO}, i} + b_3 Z_{\text{DQO}, i} + b_4 Z_{\text{STD}, i} + b_5 Z_{\text{Boro}, i}$$

Donde:

Z : concentración del parámetro (Conductividad, DBO, DQO, Boro)

k : coeficiente de degradación natural (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)

Este modelo permite estimar el comportamiento del sistema frente a diferentes escenarios de presión antrópica.

d) Análisis de sensibilidad del modelo

Se evaluó la sensibilidad del modelo variando los parámetros clave:

- Carga contaminante ($\pm 20\%$)
- Volumen de la laguna
- Coeficiente de degradación

Para identificar las variables con mayor influencia sobre la calidad del agua, permitiendo priorizar medidas de gestión.

e) Validación del modelo propuesto

La validación se realizó empíricamente:

- Comparación con estándares Decreto Supremo N°4-2017-MINAM9 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental y Directiva Sanitaria N°038-

MINSA/DIGESA-V.01. RM N°659-2010/MINSA para las orillas de la laguna Encantada

- Consistencia con resultados de campo
- Aplicabilidad de las herramientas de gestión

f) Análisis de riesgo institucional cuantificado

Se desarrolló una matriz de riesgo basada en:

$$R = P \times I$$

Donde:

R: nivel de riesgo

P: probabilidad

I: impacto

Se evaluaron factores como:

- Vertimientos
- Turismo
- Agricultura
- Gestión institucional

Los resultados permitieron clasificar los riesgos en:

- Bajo
- Medio
- Alto
- Crítico

Este análisis permitió priorizar intervenciones dentro de la gestión sustentable.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

La información que se obtenga será estudiada e interpretada con el fin de implementar herramientas que puedan mejorar las aguas de la laguna de la laguna de la Encantada, así mismo se estudiará las herramientas implementadas con el fin de pronosticar su sustentabilidad.

4.1.1. Análisis e Interpretación de los Resultados de la Calidad Ambiental de las Orillas de la Laguna la Encantada.

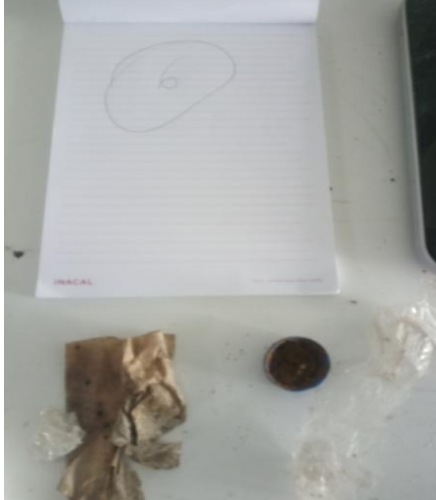
La recolección de datos para determinar la materia extraña presente en las orillas de la laguna Encantada se realizó el día 21 de noviembre de 2020, teniendo en cuenta que es una época del año en la que no hay una fuerte presencia de turismo, y por la coyuntura que vive el país debido al azote de la pandemia COVID-19, las orillas de la laguna no son impactadas significativamente por el turismo.

Se consideraron como puntos de muestreo, las zonas que son afectadas con mayor frecuencia por el turismo, las actividades acuáticas y la población que vive en los alrededores, en la Tabla 5 y 6 se mencionan los resultados de la determinación de materia extraña en las orillas de la laguna la Encantada.

Tabla 6. Materia extraña presente en las orillas de la laguna Encantada, los datos fueron tomados el sábado 21 de noviembre del 2020.

PUNTO DE MUESTREO	FOTO N°1	FOTO N°2
ME01		
ME02		

ME03		
ME04		
ME05		

ME06	 A photograph showing the components of sample ME06. A white card with the number '6' circled is placed on a white surface. Below the card, there is a small brown paper bag, a small brown circular object, and some clear plastic debris.	 A photograph of the ME06 sample placed on a black digital scale. The scale's display shows a weight of 8.14g, a temperature of 6.23°C, and a humidity of 60%. The sample consists of a small blue cap and some clear plastic debris.
ME07	 A photograph showing the components of sample ME07. A white card with the number '7' circled is placed on a white surface. Below the card, there is a pile of debris including a red cap, a blue cap, a white spoon, a white fork, and some clear plastic debris.	 A photograph of the ME07 sample placed on a black digital scale. The scale's display shows a weight of 8.14g, a temperature of 5.9°C, and a humidity of 60%. The sample includes a red cap, a blue cap, a white spoon, a white fork, and some clear plastic debris.
ME08	 A photograph showing the components of sample ME08. A white card with the number '8' circled is placed on a white surface. Below the card, there is a pile of debris including a green cap, a purple cap, a clear plastic bottle, and some clear plastic debris.	 A photograph of the ME08 sample placed on a black digital scale. The scale's display shows a weight of 8.14g, a temperature of 13.1°C, and a humidity of 60%. The sample includes a green cap, a purple cap, a clear plastic bottle, and some clear plastic debris.

ME09



ME10



Para determinar la calidad de las orillas de la laguna Encantada, en el presente estudio se tomó como base comparativa la Directiva Sanitaria N°038-MINSA/DIGESA-V.01. RM N°659-2010/MINSA⁸. En la figura 12, se puede observar que de acuerdo con los valores de unidades de materia extraña hallada por cada 10 m², en cada uno de los puntos indicados en la Tabla 6:

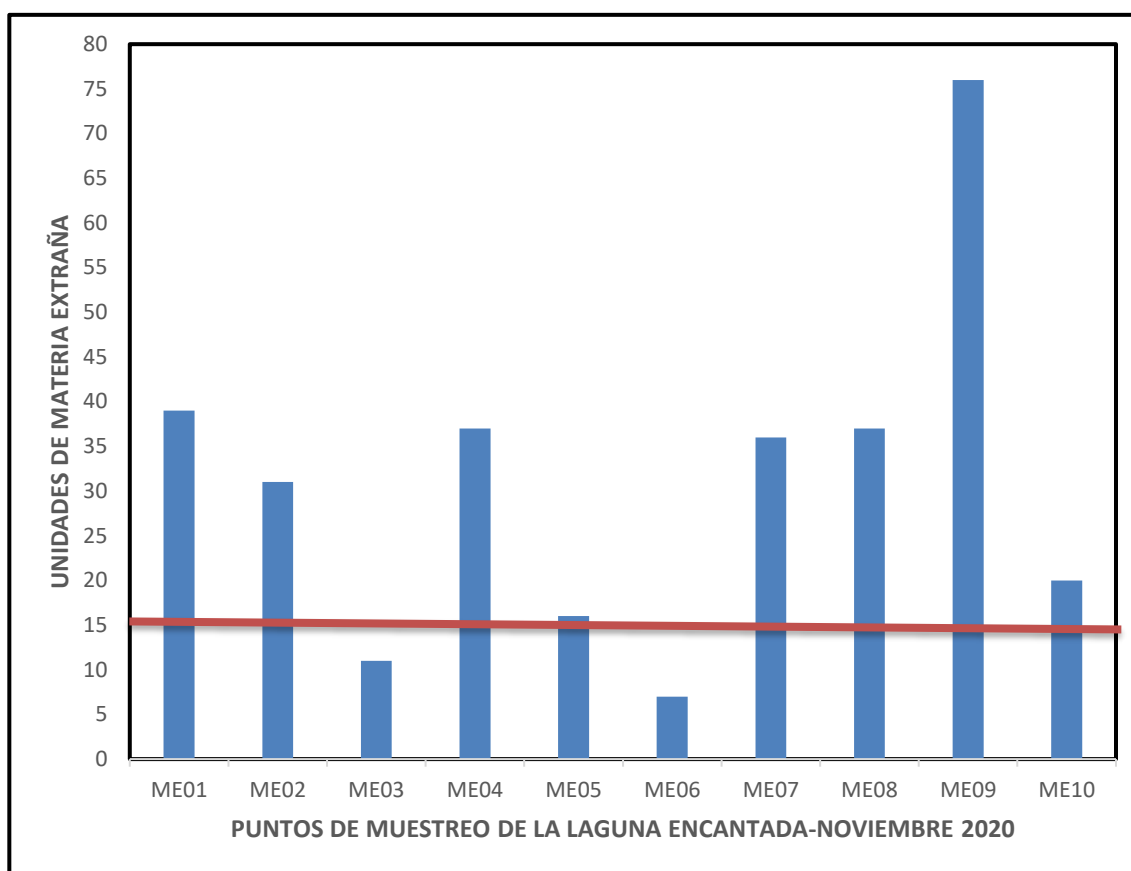


Figura 12. Unidades de materia extraña en los puntos de muestreo de la laguna Encantada-noviembre 2020.

Análisis: En la figura 12, se puede observar que los puntos de muestreo ME03 y ME06 se tiene una calificación de calidad de orilla “Regular” ya que no superan las 15 unidades de materia extraña/10m², los otros 8 puntos de muestreo tienen

una calificación de “Mala” al superar las 15 unidades de materia extraña/10m². En promedio todos los puntos considerados para el muestreo son de 31 unidades de materia extraña/10m² resultando en una calificación de “Mala”. Es importante indicar que los valores graficados en la figura 12, fueron tomados en el periodo de primavera, cuando la cantidad de visitantes en la laguna son menores respecto al periodo de verano.

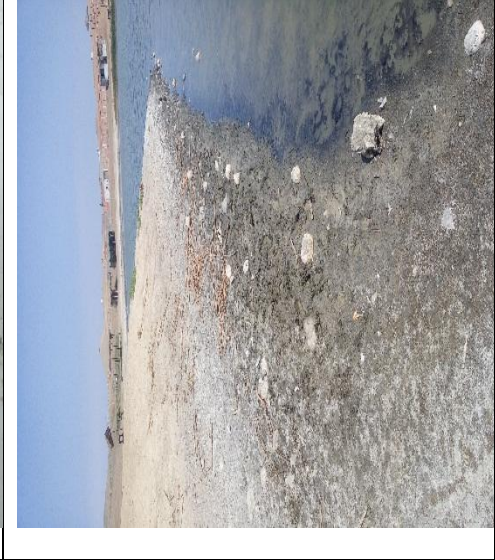
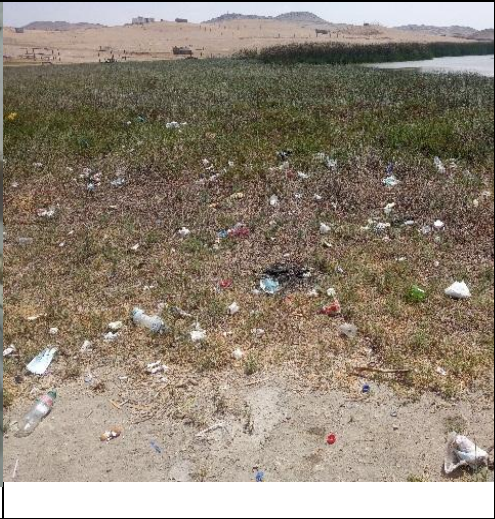
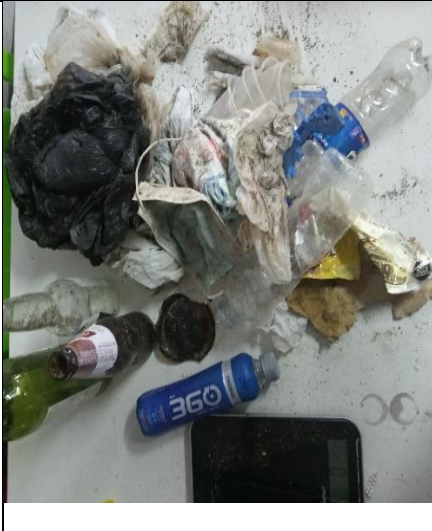
El día sábado 27 de marzo del año 2021, se volvió a tomar muestras de materia extraña en los mismos puntos que se monitorearon el 21 de noviembre del 2020, mencionándose los resultados en la tablas 7 y 8, Durante el proceso de muestreo, se observó alta concurrencia de personas, entre los que visitaban la laguna la Encantada, se encontraba un grupo de más de 200 personas pertenecientes a un club de motociclistas, quienes consumieron los productos que vendían los ambulantes (helados, chupetes, frutas, galletas), y dejaron los residuos tirados en las orillas de la laguna la Encantada. También se evidenció que, los tachos de metal destinados para almacenar los residuos sólidos se encuentran completamente deteriorados, no hay carteles que inviten a los visitantes a preservar las áreas, ni se evidencia responsables que oriente a los visitantes, animándolos a no deteriorar la zona.

Tabla 7. Caracterización de la materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el sábado 27 de marzo del 2021.

PUNTO DE MUESTREO	MATERIA EXTRAÑA EN LAS ORILLAS DE LA LAGUNA LA ENCANTADA														TOTAL, DE MATERIA EXTRAÑA	
	PLÁSTICO (gramos)		PAPEL (gramos)		COLILLAS DE CIGARRO (gramos)		CÁSCARAS DE FRUTAS (gramos)		PALITOS DE CHUPETES Y HELADOS (gramos)		VIDRIOS (gramos)		OTROS: Chapas, metal, clavos, mascarillas(gramos)			
	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos
ME01	27	890	21	54			38	70					9	60	95	1074
ME02	38	113	21	32							1	560	1	117	61	822
ME03	5	108	7	45	3	1			4	2	1	162	1	1	21	319
ME04	19	82	12	198	3	1					1	192			35	473
ME05	29	362									4	849	5	351	38	1562
ME06	51	142	19	21									33	141	103	304
ME07	35	362	12	130							2	649	11	31	60	1172
ME08	21	95	11	36									7	76	40	207
ME09	39	215	3	41							1	342	3	11	46	609
ME10	54	110	18	5							1	162	4	10	77	287

Tabla 8. Materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el sábado 27 de marzo del 2021.

PUNTO DE MUESTREO	FOTO N°1	FOTO N 2
ME01		
ME02		

ME03		
ME04		
ME05		

ME06



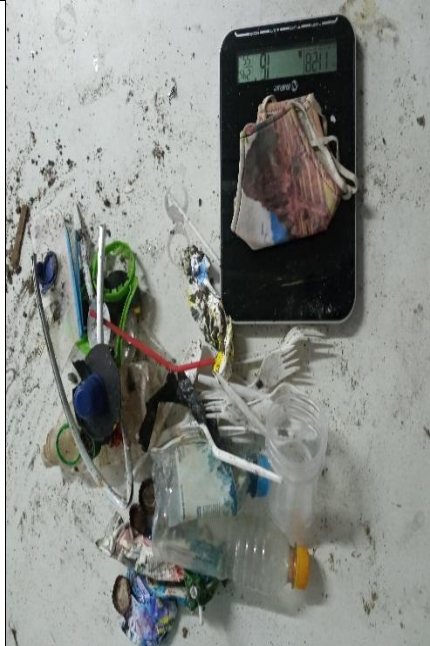
ME07



ME08



ME09



ME10



En marzo del 2021, durante la temporada de verano se determinó la calidad de las orillas de la laguna Encantada, comparando los valores obtenidos con la Directiva Sanitaria N°038-MINSA/DIGESA-V.01. RM N°659-2010/MINSA⁸. En la figura 13, se puede observar la gráfica de valores de unidades de materia extraña hallada por cada 10 m² en cada punto de muestreo.

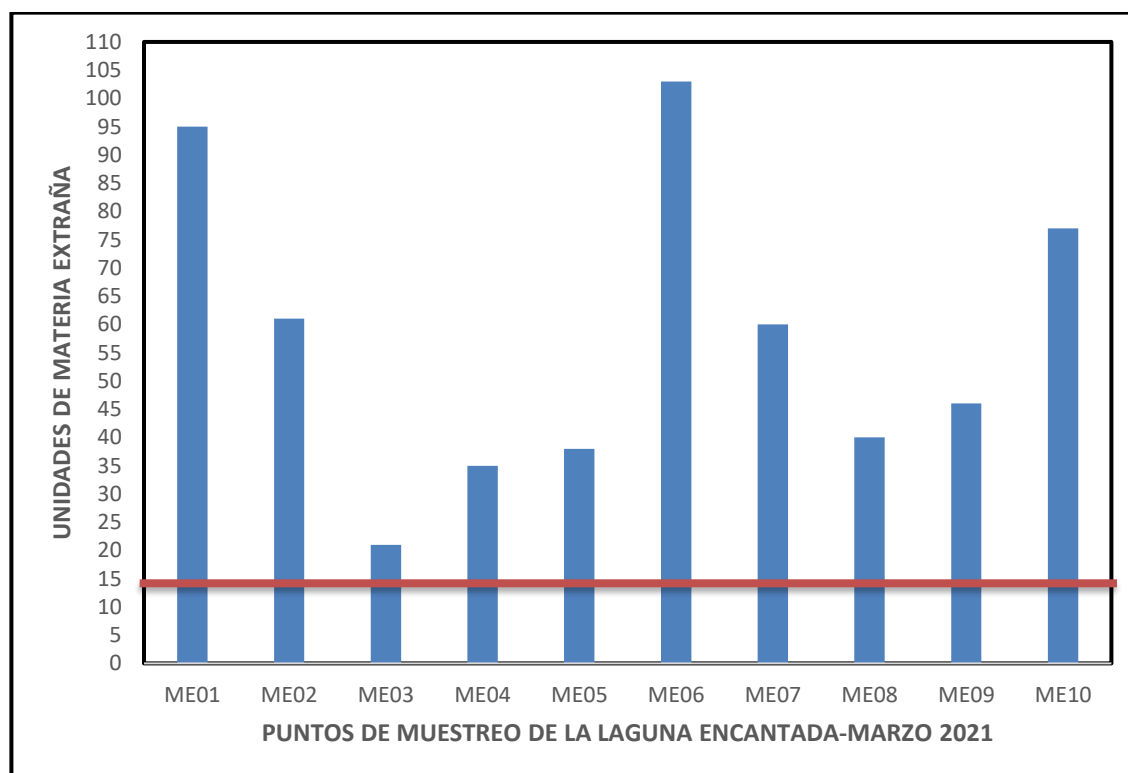


Figura 13. Unidades de materia extraña en los puntos de muestreo de la laguna Encantada-marzo 2021.

Análisis: En la figura 13, se puede observar que los resultados superan las 15 unidades/10m² de materia extraña en los 10 puntos de muestreo indicados en la

Tabla 7, todos los puntos de muestreo tuvieron una calificación de calidad de orilla “Mala” y el promedio es de 51 unidades/10m² de materia extraña. Estos resultados están relacionados con el aumento de visitantes que recibe la laguna en los periodos de verano.

4.1.2. Análisis e Interpretación de los Resultados de la Calidad de las Aguas de la Laguna la Encantada.

El día 27 de marzo del 2021 se realizó un muestreo de la matriz de agua, en cuatro puntos equidistantes, considerando la equidistancia de los puntos y la representatividad de la matriz. En la Tabla 09, se muestran los resultados de los parámetros evaluados.

Tabla 9. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua de la laguna la Encantada datos tomados el 27 de marzo del 2021.

PARÁMETRO	UNIDAD*	MUESTRA L01	MUESTRA L02	MUESTRA L03	MUESTRA L04	SUBCATEGORÍA B2: AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS PARA RECREACIÓN	SUBCATEGORÍA C2: EXTRACCIÓN Y CULTIVO DE OTRAS ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS EN AGUAS MARINO COSTERAS	SUBCATEGORÍA D1: RIEGO DE VEGETALES, AGUA PARA RIEGO RESTRINGIDO	SUBCATEGORÍA E1: LAGUNAS Y LAGOS
Oxígeno disuelto "in situ"	mg O ₂ /L	7.81	7.52	7.43	7.81	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 5
pH "in situ"	ud. pH	8.97	8.99	9.00	8.99		6,8 – 8,5*	6,5 – 8,5*	6,5 a 9,0
Temperatura del agua "in situ"	°C	22.5	22.5	22.5	22.5		Δ 3	Δ 3	Δ 3
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5		1,0	5	5,0
Conductividad a 25°C	μS/cm	9670	9900	10350	9680			2 500	1 000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg O ₂ /L	22.6	23.7	24.4	23.1	10	10	15	5
Demanda química de oxígeno	mg O ₂ /L	60.7	65.4	63.9	62.5	50		40	
Sólidos totales disueltos (STD)	mg STD/L	5520	5160	5600	5460				
Sólidos totales en suspensión (TSS)	mg TSS/L	10.4	13.4	20.8	18.4		60		≤ 25
Aluminio total	mg/L	0.01156	0.01220	0.01009	0.01107			5	
Antimonio total	mg/L	0.00056	0.00052	0.00052	0.00055		0,64		0,64
Arsénico total	mg/L	0.00829	0.00814	0.00800	0.00809		0,05	0,1	0,15

Bario total	mg/L	0.01435	0.01373	0.01399	0.01389			0,7	0,7
Berilio total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0,04		0,1	
Boro total	mg/L	5.602	5.873	5.692	5.736	0,5	5	1	
Cadmio total	mg/L	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0,01	0,01	0,01	
Calcio total	mg/L	28.31	28.12	27.21	27.72				
Cobalto total	mg/L	0.00015	0.00015	< 0.00005	< 0.00005			0,05	
Cobre total	mg/L	0.00212	0.00207	0.00298	0.00312	2	0,05	0,2	0,1
Cromo total	mg/L	0.00024	0.00030	0.00022	0.00026	0,05		0,1	
Estaño total	mg/L	0.00028	0.00025	0.00029	0.00027				
Estroncio total	mg/L	0.79259	0.78098	0.71000	0.78450				
Hierro total	mg/L	0.0299	0.0217	0.0220	0.0218	0,3			
Litio total	mg/L	0.05126	0.05325	0.05312	0.05253			2,5	
Magnesio total	mg/L	44.92	45.29	44.12	45.34				
Manganeso total	mg/L	0.00196	0.00158	0.00119	0.00125	0,1		0,2	
Mercurio total	mg/L	0.00117	0.00105	0.00050	0.00043	0,001	0,0001	0,001	0,0001
Molibdeno total	mg/L	0.08475	0.08411	0.08631	0.08369				0,0001
Níquel total	mg/L	0.00020	0.00021	0.00020	0.00020	0,02	0,1	0,2	0,052
Plata total	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0,01			
Plomo total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0,01	0,0081	0,05	

Potasio total	mg/L	53.55	53.45	53.47	53.06				
Selenio total	mg/L	0.0063	0.0063	0.0058	0.0063	0,01	0,071	0,02	0,005
Silicio total	mg/L	27.74	28.60	26.81	27.72				
Sodio total	mg/L	2083	2098	2076	2098				
Talio total	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004				0,0008
Titanio total	mg/L	0.00040	0.00039	< 0.00013	0.00039				
Vanadio total	mg/L	0.00532	0.00453	0.00424	0.00473	0,1			
Zinc total	mg/L	0.0058	0.0065	0.0062	0.0057	3	0,081	2	0,12
Numeración de coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	13	7.8	33	4.5	200	≤ 30	2 000	1 000
Numeración de coliformes totales	NMP/100 mL	23	49	540	4.5				

****Ver los códigos y títulos de los métodos aplicados en el presente estudio, en el Anexo III.***

Análisis: En la tabla 9 se puede observar que la conductividad del agua de la laguna, en promedio se encuentra en 9 850 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y es muy superior a los límites indicados en el ECA Agua subcategoría D1 y E1 (2 500 y 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente). La demanda bioquímica de oxígeno en promedio se encuentra en 23.45 mg O_2/L , y es muy superior a los límites indicados en el ECA Agua subcategoría D1 y E1 (15 y 5 mg O_2/L respectivamente). Adicionalmente la concentración de sólidos totales disueltos en promedio se encuentra en 5 435 mg STD/L relacionándose con la conductividad determinada previamente y el valor de DQO es de 63 mg O_2/L en ambos parámetros superan lo establecido por el ECA Agua subcategoría D1 y E1.

Nuevamente el 06 de febrero del 2022 se volvió a tomar las muestras de agua en la laguna la Encantada para verificar sus características en el tiempo y la variación de las características fisicoquímicas y microbiológicas que puedan ser significativas. En la tabla 10 se mencionan los resultados.

Tabla 10. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua de la Laguna la Encantada los datos fueron tomados el domingo 06 de febrero del 2022.

PARÁMETRO	UNIDAD*	MUESTRA L01	MUESTRA L02	MUESTRA L03	MUESTRA L04	Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación B2	Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras	Subcategoría D1: Riego de vegetales, Agua para riego restringido	Subcategoría E1: Lagunas y lagos
Oxígeno disuelto "in situ"	mg O2/L	7.56	7.45	7.81	7.66	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 5
pH "in situ"	ud. pH	8.61	8.15	8.36	8.44	**	6,8 – 8,5*	6,5 – 8,5*	6,5 a 9,0
Temperatura del agua "in situ"	°C	21.4	22.5	21.7	21.7	**	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	<0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	**	1,0	5	5,0
Conductividad a 25°C	μS/cm	11470	11380	11390	11268	**	**	2 500	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O2/L	41.2	40.6	48.6	47.5	10	10	15	5
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	79.3	82.0	90.2	87.5	50	**	40	**
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg STD/L	6450	6310	6520	6460	**	**	**	**
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	mg TSS/L	11.6	10.9	17.3	12.1	**	60	**	≤ 25
Aluminio total	mg/L	0.00753	0.00753	0.00769	0.00746	**	**	5	**
Antimonio total	mg/L	0.00097	0.00072	0.00070	0.00068	**	0,64	**	0,64
Arsénico total	mg/L	0.01323	0.01316	0.01271	0.01311	**	0,05	0,1	0,15
Bario total	mg/L	0.02528	0.02441	0.02331	0.02467	**	**	0,7	0,7
Berilio total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0,04	**	0,1	**

Boro total	mg/L	5.944	6.048	5.890	5.974	0,5	5	1	**
Cadmio total	mg/L	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0,01	0,01	0,01	**
Calcio total	mg/L	38.28	35.94	34.87	37.13	**	**	**	**
Cobalto total	mg/L	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	**	**	0,05	**
Cobre total	mg/L	0.00069	0.00051	0.00048	0.00063	2	0,05	0,2	0,1
Cromo total	mg/L	0.00032	0.00032	0.00034	0.00032	0,05	**	0,1	**
Estaño total	mg/L	0.00095	0.00089	0.00089	0.00093	**	**	**	**
Estroncio total	mg/L	1.155	1.113	1.071	1.128	**	**	**	**
Hierro total	mg/L	0.0335	0.0342	0.0338	0.0312	0,3	**	**	**
Litio total	mg/L	0.05865	0.06055	0.05806	0.05980	**	**	2,5	**
Magnesio total	mg/L	48.13	47.69	46.29	47.51	**	**	**	**
Manganeso total	mg/L	0.00051	0.00057	0.00063	0.00068	0,1	**	0,2	**
Mercurio total	mg/L	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	0,001	0,0001	0,001	0,0001
Molibdeno total	mg/L	0.14476	0.14363	0.13731	0.14524	**	**	**	0,0001
Níquel total	mg/L	0.00020	< 0.00007	0.00027	< 0.00007	0,02	0,1	0,2	0,052
Plata total	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	0.00007	< 0.00002	0,01	**	**	**
Plomo total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	0.00014	< 0.00005	0,01	0,0081	0,05	**
Potasio total	mg/L	65.45	64.93	62.95	62.81	**	**	**	**
Selenio total	mg/L	0.0063	0.0063	0.0063	0.0063	0,01	0,071	0,02	0,005

Silicio total	mg/L	28.66	28.72	27.23	28.47	**	**	**	**
Sodio total	mg/L	2603	2584	2568	2615	**	**	**	**
Talio total	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	**	**	**	0,0008
Titanio total	mg/L	< 0.00013	< 0.00013	< 0.00013	< 0.00013	**	**	**	**
Vanadio total	mg/L	0.01560	0.01579	0.01539	0.01541	0,1	**	**	**
Zinc total	mg/L	0.0045	< 0.0015	0.0057	< 0.0015	3	0,081	2	0,12
Cloruro	mg/L	2582.85	2645.75	2687.075	2665.11	**	**	**	**
Fluoruros	mg/L	2.499	2.55	3.054	2.638	**	**	**	**
Fosfato	mg/L	2.058	< 0.1469	< 0.1469	< 0.1469	**	**	**	**
Nitrato	mg/L	2.325	1.925	3.186	3.219	**	16	**	13
Nitrito	mg/L	2.8	2.725	2.854	2.731	**	**	**	**
Sulfato	mg/L	2261	2338	2377	2264	**	**	**	**
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	49	11	6.8	11	200	≤ 30	2 000	1 000
Numeración de Coliformes totales	NMP/100 mL	540	14	17	15	**	**	**	**

****Ver los códigos y títulos de los métodos aplicados en el presente estudio, en el Anexo III.***

Análisis: En la tabla 10 se puede observar que la conductividad promedio es de 1377 $\mu\text{S/cm}$, superando el ECA de agua (2 500 $\mu\text{S/cm}$), la DBO promedio es de 44.5 mg O₂/L superando el ECA de agua (15 mg O₂/L), la DQO promedio es de 84.7 mg O₂/L superando el ECA de agua (50 mg O₂/L), la concentración de boro promedio es de 5.9 mg/L, superando lo indicado por el ECA subcategoría B2 y C2 (0.5 y 5 mg/L respectivamente). Evidenciándose que el agua podrá ser toxica para alguna de las actividades que se desarrollas en la laguna, tales como la recreación y crianza de especies hidrobiológicas.

El domingo 06 de febrero del 2022, se realizó también la toma de muestra del agua de un canal de regadío de chacras proveniente del río Huaura y cuyo punto más cercano con la laguna la Encantada se encuentra a 550 metros aproximadamente, con fines de utilizar esta agua de regadío, para reponer el volumen de agua de la laguna.

En la Figura 14 se puede observar un canal de agua proveniente del río Huaura, y su ubicación aproximada respecto de la laguna la Encantada.



Figura 14. Punto de muestreo de agua superficial proveniente del río Huaura.

En la Tabla 11 se indica las coordenadas del punto de muestreo AP-1, de agua superficial, punto de muestreo utilizado para la toma de agua, dado que, sus condiciones de cercanía a la Laguna la Encantada, y por ser un canal de regadío que trae el agua del río Huaura, convierten a este punto en un lugar propicio para

alimentar de agua a la laguna y reponer sus aguas a los niveles de volumen que tenía en el año 2018.

En la figura 15 se evidenció el muestreo del agua superficial proveniente del río Huaura y en la tabla 12 se evidenciaron los resultados fisicoquímicos.

Tabla 11. Punto de muestreo AP-1, canal de regadío proveniente del río Huaura.

Código del punto de agua superficial proveniente del río Huaura	Coordenadas	
AP-1	18 L 221997 8767696	



Figura 15. Toma de 5 litros de muestra de agua, procedente del río Huaura para realizar la mezcla al 50% de volumen, foto tomada en febrero del 2022.

Tabla 12. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua superficial proveniente del río Huaura y alimenta a las chacras que rodean la laguna la Encantada domingo 06 de febrero del 2022.

PARÁMETRO	UNIDAD*	MUESTRA AP-1	MUESTRA AP-1 ALICUOTA 1	MUESTRA AP-1 ALICUOTA 2	MUESTRA AP-1 ALICUOTA 3	Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación B2	Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Subcategoría D1: Riego de vegetales, Agua para riego restringido	Subcategoría E1: Lagunas y lagos
Oxígeno disuelto "in situ"	mg O ₂ /L	8.15	8.20	8.10	8.17	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 5
pH "in situ"	ud. pH	7.38	7.45	7.36	7.51	**	6,8 – 8,5*	6,5 – 8,5*	6,5 a 9,0
Temperatura del agua "in situ"	°C	19	19	19	19	**	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Caudal	m ³ /s	0.380	0.389	0.375	0.392	**	**	**	**
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	**	1,0	5	5,0
Conductividad a 25°C	μS/cm	511	515	509	520	**	**	2 500	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	10	10	15	5
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	< 2.2	< 2.2	< 2.2	< 2.2	50	**	40	**
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg STD/L	508.0	538	482	515	**	**	**	**
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	mg TSS/L	10.1	9.8	10.5	10.4	**	60	**	≤ 25
Aluminio total	mg/L	0.03153	0.03110	0.03201	0.03181	**	**	5	**
Antimonio total	mg/L	0.00017	0.00015	0.00014	0.00018	**	0,64	**	0,64
Arsénico total	mg/L	0.00420	0.00417	0.00421	0.00428	**	0,05	0,1	0,15
Bario total	mg/L	0.03426	0.03324	0.03524	0.03486	**	**	0,7	0,7

Berilio total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0,04	**	0,1	**
Boro total	mg/L	0.61638	0.60483	0.62352	0.61124	0,5	5	1	**
Cadmio total	mg/L	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0,01	0,01	0,01	**
Calcio total	mg/L	56.12	54.86	55.32	55.92	**	**	**	**
Cobalto total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	**	**	0,05	**
Cobre total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	2	0,05	0,2	0,1
Cromo total	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	0,05	**	0,1	**
Estaño total	mg/L	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	**	**	**	**
Estroncio total	mg/L	0.53254	0.54268	0.54814	0.53425	**	**	**	**
Hierro total	mg/L	< 0.0033	< 0.0033	< 0.0033	< 0.0033	0,3	**	**	**
Litio total	mg/L	0.02046	0.02316	0.02114	0.02236	**	**	2,5	**
Magnesio total	mg/L	9.697	9.634	9.711	9.642	**	**	**	**
Manganeso total	mg/L	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008	0,1	**	0,2	**
Mercurio total	mg/L	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	0,001	0,0001	0,001	0,0001
Molibdeno total	mg/L	0.01171	0.01187	0.01232	0.01165	**	**	**	0,0001
Níquel total	mg/L	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	0,02	0,1	0,2	0,052
Plata total	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0,01	**	**	**
Plomo total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0,01	0,0081	0,05	**
Potasio total	mg/L	4.722	4.749	4.684	4.784	**	**	**	**

Selenio total	mg/L	< 0.0021	< 0.0021	< 0.0021	< 0.0021	0,01	0,071	0,02	0,005
Silicio total	mg/L	9.258	9.270	9.314	9.236	**	**	**	**
Sodio total	mg/L	134.2	138.1	136.4	133.2	**	**	**	**
Talio total	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	**	**	**	0,0008
Titanio total	mg/L	< 0.00013	< 0.00013	< 0.00013	< 0.00013	**	**	**	**
Vanadio total	mg/L	0.01358	0.01476	0.01391	0.01381	0,1	**	**	**
Zinc total	mg/L	0.0207	0.0211	0.0211	0.0224	3	0,081	2	0,12
Cloruro	mg/L	20	20	20	18	**	**	**	**
Fluoruros	mg/L	< 0.0357	< 0.0357	< 0.0357	< 0.0357	**	**	**	**
Fosfato	mg/L	< 0.1469	< 0.1469	< 0.1469	< 0.1469	**	**	**	**
Nitrato	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	**	16	**	13
Nitrito	mg/L	< 0.0401	< 0.0401	< 0.0401	< 0.0401	**	**	**	**
Sulfato	mg/L	82.00	79.00	81.1	83.2	**	**	**	**
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	940	830	940	710	200	≤ 30	2 000	1 000
Numeración de Coliformes totales	NMP/100 mL	5400	5400	5500	5300	**	**	**	**

****Ver los códigos y títulos de los métodos aplicados en el presente estudio, en el Anexo III.***

Análisis: en la tabla 12 se indica los parámetros analizados para el agua del canal de regadío, el cual cumple en todos sus parámetros con los límites establecidos en el ECA de agua (B2, C2, C1, E1), a excepción del parámetro boro cuya concentración es de 0.6 mg/L, y supera el límite del ECA agua subcategoría B2 (0.5 mg/L), dado que el agua proviene del río Huaura, y en el recorrido del canal durante el presente estudio, no se observó algún agente externo que influya en la concentración del boro, se puede inferir que la mayor concentración de boro proviene el río Huaura.

Determinación de la concentración aproximada de los analitos presentes en la laguna la Encantada al añadir el 50% del agua proveniente del río Huaura. Este porcentaje añadido de agua es el que se puede observar como pérdida de volumen del agua por parte de la laguna Encantada.

En febrero del año 2022 la laguna La encantada ha perdido aproximadamente el 50 % de su volumen, por este motivo se realizó en el laboratorio TYPESA una simulación de la variación de las concentraciones de los analitos presentes actualmente en las aguas de la laguna la Encantada.

La simulación se realizó mezclando 20 litros de agua de la laguna, con 20 litros de agua procedente del río Huaura (Mezcla al 50% de volumen) que llega a 550 metros de la laguna, a través de un canal de regadío, a la mezcla resultante se le denomina con código M-1. En la Figura 15, se puede observar la toma de muestra del río Huaura, y en la Figura 16 se observa la toma de muestra del agua procedente la laguna.



Figura 16. Toma de 20 litros de muestra de agua, de la laguna la Encantada para realizar la mezcla al 50% de volumen, foto tomada en febrero del 2022.

En el laboratorio TYP SA se realizó el análisis de la mezcla al 50% en todos los parámetros que se han desarrollado en el presente estudio, los resultados se encuentran mencionados en el Tabla 13.

Tabla 13. Resultados de la mezcla al 50% del agua de la laguna la Encantada con el agua procedente del río Huaura.

PARÁMETRO	UNIDAD*	MUESTRA M-1	MUESTRA M-2	MUESTRA M-3	MUESTRA M-4	Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación B2	Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Subcategoría D1: Riego de vegetales, Agua para riego restringido	Subcategoría E1: Lagunas y lagos
Oxígeno disuelto "in situ"	mg O ₂ /L	8.23	8.15	8.32	8.16	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 5
pH "in situ"	ud. pH	7.15	7.16	7.21	7.06	**	6,8 – 8,5*	6,5 – 8,5*	6,5 a 9,0
Temperatura del agua "in situ"	°C	18	18	18	18	**	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	**	1,0	5	5,0
Conductividad a 25°C	μS/cm	886	865	897	843	**	**	2 500	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /L	< 2.2	< 2.2	< 2.2	< 2.2	10	10	15	5
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	50	**	40	**
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg STD/L	1315.0	1370	1295	1370	**	**	**	**
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	mg TSS/L	11.4	15.3	12.1	11.8	**	60	**	≤ 25
Aluminio total	mg/L	0.0183	0.011	0.0175	0.0167	**	**	5	**
Antimonio total	mg/L	0.000221	0.000268	0.000211	0.000243	**	0,64	**	0,64
Arsénico total	mg/L	0.01120	0.01692	0.01331	0.01211	**	0,05	0,1	0,15
Bario total	mg/L	0.03015	0.02199	0.03502	0.03321	**	**	0,7	0,7
Berilio total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0,04	**	0,1	**
Boro total	mg/L	2.8311	2.8295	2.8214	2.8250	0,5	5	1	**
Cadmio total	mg/L	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	0,01	0,01	0,01	**

Calcio total	mg/L	43.22	46.30	41.85	43.99	**	**	**	**
Cobalto total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	**	**	0,05	**
Cobre total	mg/L	0.000251	0.000272	0.000233	0.000260	2	0,05	0,2	0,1
Cromo total	mg/L	0.000154	0.000110	0.000209	0.00170	0,05	**	0,1	**
Estaño total	mg/L	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	**	**	**	**
Estroncio total	mg/L	0.63119	0.6194	0.63211	0.63642	**	**	**	**
Hierro total	mg/L	0.013842	0.013124	0.013368	0.013189	0,3	**	**	**
Litio total	mg/L	0.03210	0.03311	0.03299	0.03701	**	**	2,5	**
Magnesio total	mg/L	9.697	9.235	9.811	9.452	**	**	**	**
Manganeso total	mg/L	26.6148	27.3472	26.1985	26.8264	0,1	**	0,2	**
Mercurio total	mg/L	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	0,001	0,0001	0,001	0,0001
Molibdeno total	mg/L	0.43941	0.46547	0.4239	0.4461	**	**	**	0,0001
Níquel total	mg/L	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	0,02	0,1	0,2	0,052
Plata total	mg/L	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	0,01	**	**	**
Plomo total	mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0,01	0,0081	0,05	**
Potasio total	mg/L	38.4619	38.1136	39.1762	38.5642	**	**	**	**
Selenio total	mg/L	< 0.0021	< 0.0021	< 0.0021	< 0.0021	0,01	0,071	0,02	0,005

Silicio total	mg/L	16.2571	15.8643	16.3297	16.1118	**	**	**	**
Sodio total	mg/L	1381	1411	1407	1418	**	**	**	**
Talio total	mg/L	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	**	**	**	0,0008
Titanio total	mg/L	< 0.00013	< 0.00013	< 0.00013	< 0.00013	**	**	**	**
Vanadio total	mg/L	0.01411	0.01356	0.01386	0.01420	0,1	**	**	**
Zinc total	mg/L	< 0.0015	< 0.0015	< 0.0015	< 0.0015	3	0,081	2	0,12
Cloruro	mg/L	1523.11	1584.57	1577.22	15.68.31	**	**	**	**
Fluoruros	mg/L	1.946	1.981	1.912	1.983	**	**	**	**
Fosfato	mg/L	< 0.1469	< 0.1469	< 0.1469	< 0.1469	**	**	**	**
Nitrato	mg/L	1.196	1.011	1.354	1.362	**	16	**	13
Nitrito	mg/L	1.064	0.965	0.988	0.958	**	**	**	**
Sulfato	mg/L	1220	1206	1281	1263	**	**	**	**
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	480	320	180	220	200	≤ 30	2 000	1 000
Numeración de Coliformes totales	NMP/100 mL	1300	1200	1200	1100	**	**	**	**

****Ver los códigos y títulos de los métodos aplicados en el presente estudio, en el Anexo III.***

ANÁLISIS: Los resultados de la mezcla al 50 % de agua de la laguna Encantada y río Huaura, evidenciaron que la reposición del agua a volúmenes que tenía la laguna en el año 2020, es muy posible y los valores de los parámetros fisicoquímicos en su mayoría cumplen con los ECA agua en las subcategorías B2, C2, D1 y E1, a excepción del boro que seguiría siendo elevado para la subcategoría B2 para fines recreacionales.

Determinación del volumen de agua aproximado que, ha perdido la laguna Encantada, desde el año 2019 al año 2022.

Para la determinación aproximada del volumen de agua perdido por la laguna la Encantada, se determinaron las coordenadas de varios puntos alrededor de la laguna, se determinó el promedio del nivel de agua presente en la actualidad (a febrero del 2022) para determinar las alturas de variación de nivel se tomó como referencia las señales que se pueden observar del nivel de agua que tenía la laguna en octubre del año 2020.

Por ejemplo, existe un pequeño puente de madera que servía de conexión entre la orilla de la laguna la Encantada y un pequeño relieve en el interior de esta, el cual estaba sumergido casi por completo, en octubre del 2020, como se puede observar en la Figura 17.



Figura 17. Puente que sirve de conexión entre la orilla de la laguna la Encantada y un pequeño relieve que sobresale en el interior de la laguna, la foto fue tomada en octubre del 2020.

En el mes de marzo del 2022 se volvió a tomar la foto, notándose un decremento significativo en el nivel del agua de la laguna, como se puede observar en la Figura 18, donde se aprecia el pequeño puente por completo.



Figura 18. Puente que sirve de conexión entre la orilla de la laguna y un pequeño relieve que sobresale en el interior de la laguna la Encantada, expuesto por completo, la foto fue tomada en marzo del 2022.

La laguna la Encantada ha perdido un volumen significativo de agua, para realizar el cálculo del volumen aproximado, se determinaron coordenadas en los lugares

donde se puede apreciar y determinar una diferencia de altura que evidencia el decremento del nivel de agua. En la tabla 14 se indican las coordenadas determinadas y las alturas.

En la Tabla 14 se indican las coordenadas de los puntos que se tomaron en cuenta para determinar la altura que identifica al decremento del nivel de agua. Para la determinación de las coordenadas se utilizó un GPS submétrico con una resolución de +/- 0.5 metros

Tabla 14. Coordenadas de los puntos utilizados para determinar la altura de decremento del nivel de agua.

Coordenadas para determinación de alturas		Altura 1(metros)	Altura 2 (metros)	Diferencia de alturas (metros)
Puente mirador 1	220743. m E 8767985. m N	146	143	3
Puente mirador 2	220745. m E 8767938. m N	146	143	3
Puente de conexión 1	220762. m E 8767831. m N	146	143	3
Puente de conexión 2	220769. m E 8767835. m N	146	143	3
Relieve sobre la laguna	220787. m E 8767855. m N	148	144	4
Promedio de diferencia de alturas				3

En la Figura 19 se puede observar el puente cercano al mirador, el cual fue tomado como referencia para hallar la diferencia de alturas que muestra la perdida de volumen de agua en la laguna, dado que, en diciembre del 2019 dicho puente se encontraba al nivel del agua y en la Figura 19 se puede observar una foto tomada en febrero del 2022 donde se evidencia que las bases del puente se encuentran totalmente expuestos.



Figura 19. Puente que sirve de mirador de la laguna la Encantada, la foto fue tomada en diciembre del 2019.



Figura 20. Puente que sirve de mirador de la laguna Encantada que, se utilizó para medir la altura que evidencia la pérdida de volumen de agua, la foto fue tomada en febrero del 2022.

Para determinar aproximadamente el volumen de agua perdido, se dividió la laguna en cuatro áreas conocidas de trapecios irregulares, para poder hallar fácilmente el volumen, en la figura 21 se indica la división aproximada del área total.



Figura 21. División del área total de la laguna en cuatro áreas conocidas.

Para determinar los volúmenes de cada una de las divisiones se utiliza la formula:

Volumen: $((B + b) / 2) \times \text{Altura} \times \text{Largo}$ Ecuación 1

En la Tabla 15 se detallan los cálculos para determinar el volumen total perdido por la laguna la Encantada.

Tabla 15. Datos para el cálculo de volumen de agua perdido en la laguna la Encantada.

Trapecios	Coordenadas de referencia	Área de trapecios (m ²)	Perímetro (m)	Altura del nivel de agua en retroceso (m)	Volumen perdido por sección (m ³)
Trapecio 1	E:221331 N: 8768092 E:220706 N: 8767915 E:220757 N: 8768026 E:221206 N: 8768161	49 279.0	1 359.0	3	147 837.0
Trapecio 2	E:221165 N: 8768052 E:220706 N: 8767915 E:220878 N: 8767692 E:221226 N: 8767750	113 712.0	1 393.0	3	341 136.0
Trapecio 3	E:220878 N: 8767692 E:220932 N: 8767548 E:221024 N: 8767541 E:221079 N: 8767721	23 758.0	635.0	3	71 274.0
Trapecio 4	E:221251 N: 8767654 E:221429 N: 8767703 E:221331 N: 8768092 E:221165 N: 8768052	71 643.0	1 169.0	3	214 929.0
Volumen total de agua perdido aproximado en la laguna Encantada					775 176.0

Análisis: En la tabla 12 se puede observar que el caudal del canal que puede alimentar de agua superficial a la laguna es de $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$, convertido a m^3/h es de 1368, y de acuerdo con el volumen aproximado perdido de la laguna hasta febrero del 2022 ($775\,176 \text{ m}^3$), que equivale al 50 % de pérdida de su volumen, se puede colegir que se requieren 23.6 días de alimentación continua del agua del canal para, recuperar el nivel del agua que tenía en el año 2020.

Evaluación de la calidad ambiental de las orillas de la laguna Encantada Posterior a la Implementación de los Cilindros Contenedores de Residuos Sólidos.

En marzo del año 2022 se enviaron a la Municipalidad Distrital de Santa María cilindros destinados para la disposición de residuos sólidos. Luego de la implementación de los cilindros contenedores de residuos, se realizó tres semanas después de la instalación de los cilindros contenedores de residuos sólidos, por parte de la Municipalidad Distrital de Santa María y su personal del área de Limpieza Pública. En la tabla 16, se indican los resultados de la materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada.

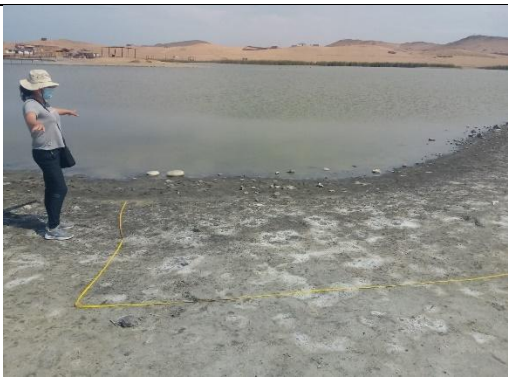
Tabla 16. Caracterización de la materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el domingo 26 de marzo del 2022.

PUNTO DE MUESTREO	MATERIA EXTRAÑA														TOTAL, DE MATERIA EXTRAÑA	
	PLÁSTICO (gramos)		PAPEL (gramos)		COLILLAS DE CIGARRO (gramos)		CÁSCARAS DE FRUTAS (gramos)		PALITOS DE CHUPETES Y HELADOS (gramos)		VIDRIOS (gramos)		OTROS: Chapas, metal, clavos, mascarillas(gramos)			
	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos	Unidad	Gramos
ME01	2	1.51	1	4.32					1	1.15	1	55.04	1	4.23	6	66.05
ME02	20	140.43	2	94.75					1	1.38					23	236.56
ME03	4	36.21							1	1.64			1	4.29	6	42.14
ME04	11	4.84	7	6.95			2	36.07					2	5.02	22	53.08
ME05	6	5.42	5	2.91									2	28.36	13	36.69
ME06	12	5.34	6	2.30					1	3.16					19	10.80
ME07	1	2.26	1	4.11											2	6.37
ME08	2	0.25	3	30.83					2	5.19				1	8	37.32
ME09	40	36.28	15	13.06			4	5.28					1	4.15	60	58.77
ME10	10	40.15											6	213.13	16	253.28

Tabla 17. Materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada, los datos fueron tomados el domingo 26 de marzo del 2022.

PUNTO DE MUESTREO	FOTO N° 1	FOTO N° 2
ME01		
ME02		
ME03		

ME04		
ME05		
ME06		

ME07		
ME08		
ME09		



En la figura 22 se observa la distribución de la materia extraña en los 10 puntos de muestreo, después de la implementación de los contenedores para residuos sólidos generados por las actividades antrópicas en la laguna Encantada.

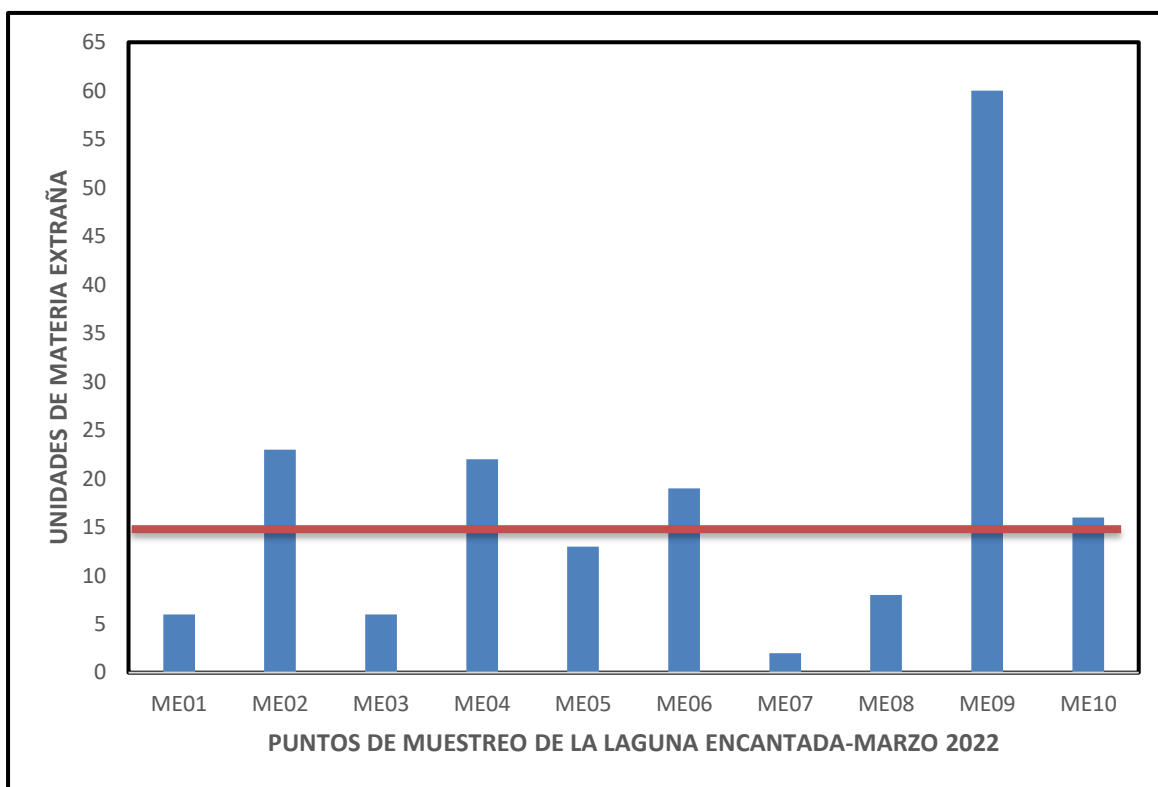


Figura 22. Unidades de materia extraña en los puntos de muestreo de la laguna Encantada-marzo 2022.

Análisis: a finales del mes de marzo del 2022 luego de la implementación de los cilindros para disposición de los residuos sólidos, se observan que los resultados en promedio son de 17.5 unidades/10m², sigue situándose en la calificación de calidad de orilla “Mala”, sin embargo a pesar de ser un periodo de alta visita en la laguna, se observa una disminución muy significativa en la cantidad de unidades de materia extraña respecto a los periodos anteriormente muestreados (noviembre del 2020 con 31 unidades/10m² y marzo 2021 con 51 unidades/10m²). La información distribuida, los cilindros rotulados y con diferentes colores (marrón y verde) han contribuido en la disminución de las unidades de materia extraña, en el Capítulo 5, ítem 5.1 (Propuesta para la solución del problema) se han colocado

los criterios para la distribución de los cilindros y limpieza de las orillas de la laguna y sus aguas.

4.2. Pruebas de Hipótesis

4.2.1 Análisis de Normalidad de Datos

Se realiza la prueba de normalidad de datos para verificar que sean representados por un promedio y una desviación estándar y podamos comparar los promedios recolectados antes y después de las implementaciones de las propuestas presentadas en el presente estudio. Así mismo la prueba de normalidad se aplicará a los datos

Hipótesis: Ho: Los datos referidos a la investigación siguen una distribución normal.

H1: Los datos referidos a la investigación no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia ($P\text{value} < 0.05$): Alfa = 5%

Se determinó la normalidad de los resultados de la materia extraña presente en las orillas de la laguna Encantada, en la tabla 18 se indica el resumen de los resultados.

Tabla 18. Resultados de la materia extraña presente en las zonas principales de visita por los turistas.

PUNTO DE MUESTREO DE MATERIA EXTRAÑA PRESENTE EN LAS ORILLAS DE LA LAGUNA ENCANTADA	Sábado 21 de noviembre del 2020.	Sábado 27 de marzo del 2021.	Domingo 26 de marzo del 2022.
ME01	39	95	6
ME02	31	61	23
ME03	11	21	6
ME04	37	35	22
ME05	16	38	13
ME06	7	103	19
ME07	36	60	2
ME08	37	40	8
ME09	76	46	20
ME10	20	77	16

Se determinó la normalidad de los datos mediante el uso del programa Minitab.mpx versión 20, en las figuras 23, 24 y 25, se indican los resultados de aplicar la prueba de Anderson-Darling.

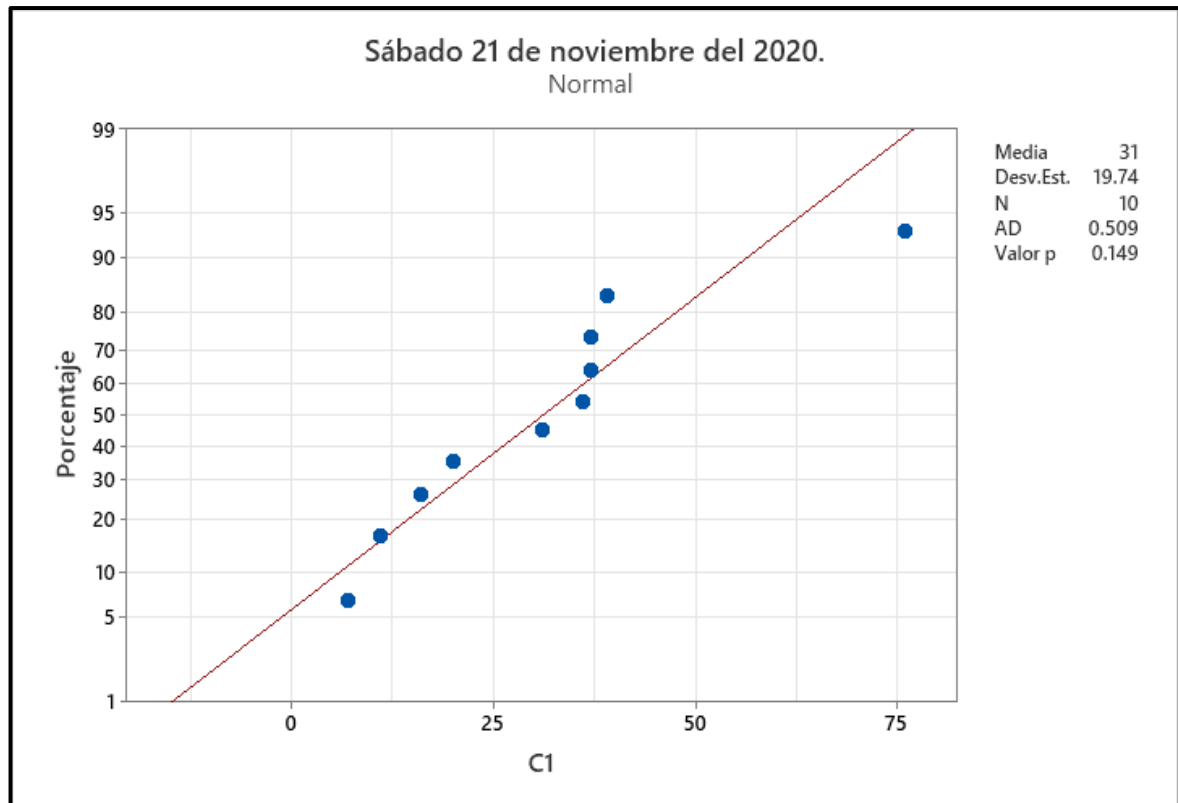


Figura 23. Prueba de Anderson-Darling para datos de materia extraña muestreado el sábado 21 de noviembre del 2020.

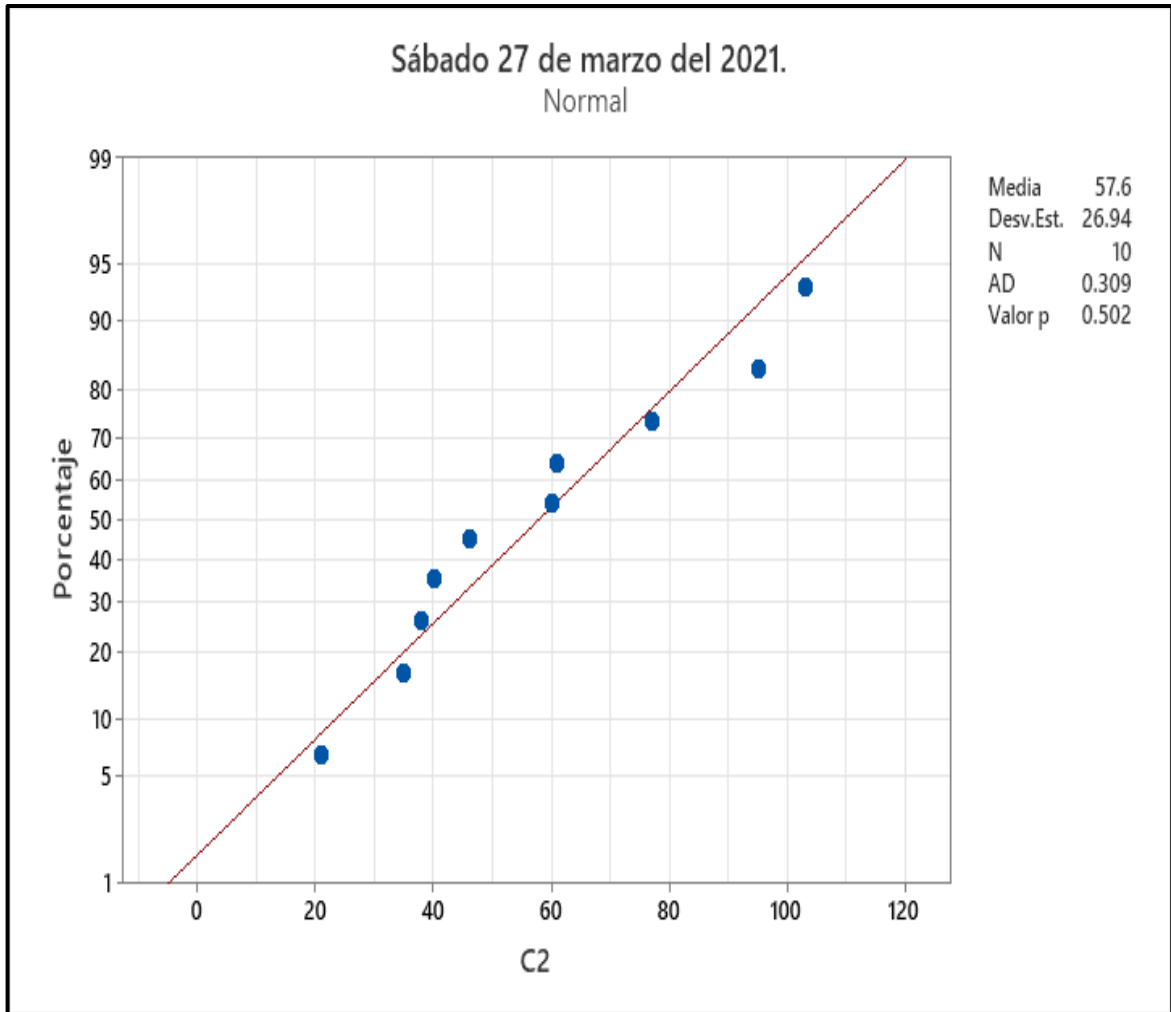


Figura 24. Prueba de Anderson-Darling para datos de materia extraña muestreado el sábado 27 de marzo del 2021.

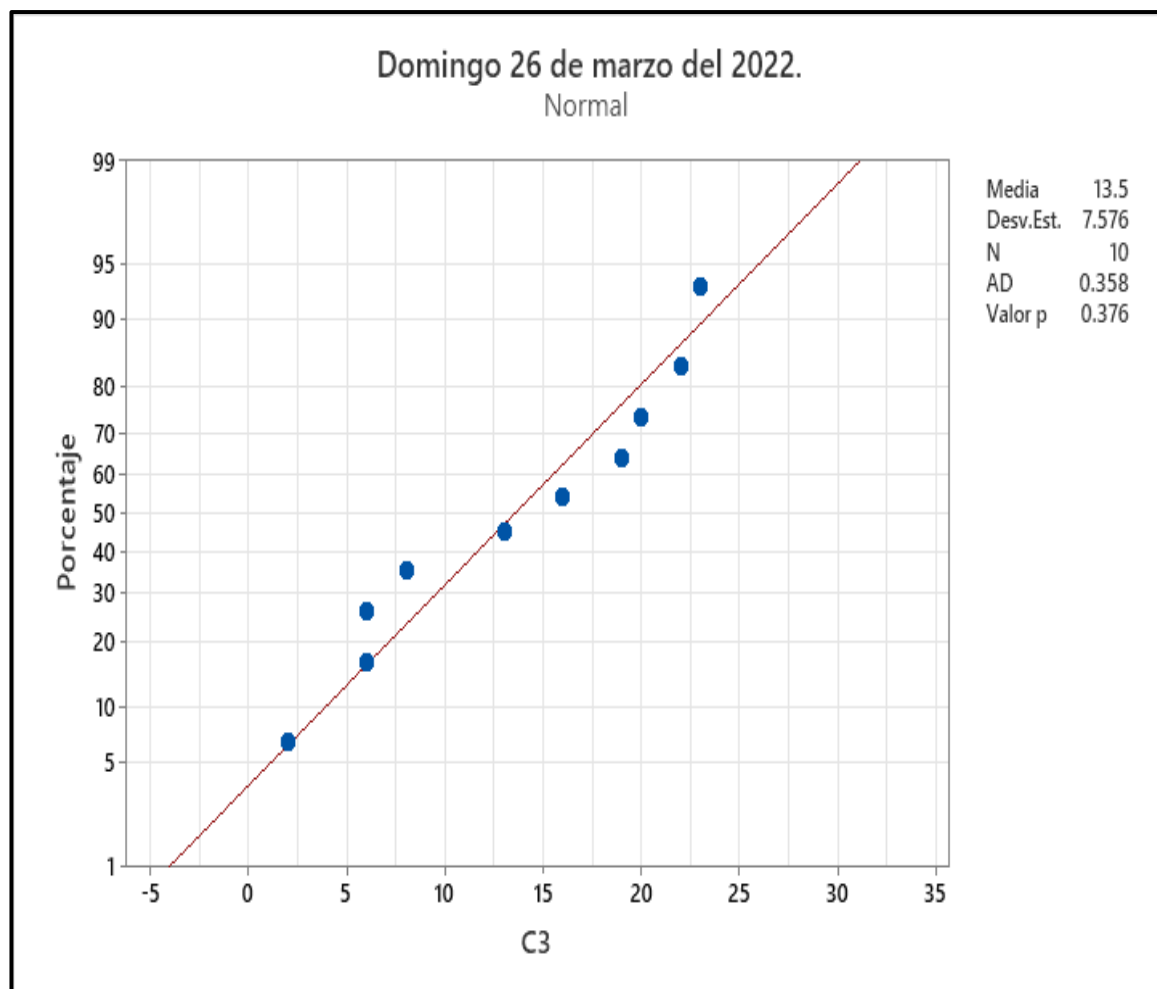


Figura 25. Prueba de Anderson-Darling para datos de materia extraña muestreado el domingo 26 de marzo del 2022.

Dado que $\text{Valor } p > 0.05$, se acepta la hipótesis nula, los datos siguen una distribución normal.

Para los distintos parámetros fisicoquímicos realizados en la laguna Encantada, se determina la normalidad de los datos mediante el Minitab.mpx versión 20, en

las tablas 19, 20, 21 y 22 se observa el resumen de la prueba de Anderson-Darling aplicado a los datos.

Tabla 19. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua de la laguna la encantada datos tomados el 27 de marzo del 2021.

PARÁMETRO	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS TOMADAS EL 27 DE MARZO DEL 2021.				PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VALOR P (PRUEBA DE ANDERSON- DARLING
Conductividad uS/cm	9670	9900	10350	9680	9850	318.2	0.171
Demanda bioquímica de oxígeno	22.6	23.7	24.4	23.1	23.45	0.7767	0.83
Demanda química de oxígeno	60.7	65.4	63.9	62.5	62.64	2.046	0.48
Sólidos totales disueltos	5520	5160	5600	5460	5435	192.1	0.25
Boro total	5.602	5.873	5.692	5.736	5.726	0.1129	0.711

Tabla 20. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua de la laguna la encantada datos tomados el 06 de febrero del 2022.

PARÁMETRO	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA LAGUNA LA ENCANTADA LOS DATOS FUERON TOMADOS EL DOMINGO 06 DE FEBRERO DEL 2022.				PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VALOR P (PRUEBA DE ANDERSON-DARLING)
Conductividad uS/cm	11470	11380	11390	11268	11377	83.08	0.491
Demanda Bioquímica de Oxígeno	41.2	40.6	48.6	47.5	44.48	4.16	0.157
Demanda Química de Oxígeno	79.3	82	90.2	87.5	84.75	4.984	0.599
Sólidos Totales Disueltos	6450	6310	6520	6460	6435	88.88	0.269
Boro total	5.944	6.048	5.89	5.974	5.964	0.0659	0.793

Tabla 21. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua superficial proveniente del río Huaura -domingo 06 de febrero del 2022.

PARÁMETRO	RESULTADOS				PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VALOR P (PRUEBA DE ANDERSON-DARLING)
Conductividad uS/cm	511	515	509	520	513.8	4.856	0.641
Demanda Bioquímica de Oxígeno	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	N.A	N.A	N.A
Demanda Química de Oxígeno	< 2.2	< 2.2	< 2.2	< 2.2	N.A	N.A	N.A
Sólidos Totales Disueltos	508	538	482	515	510.8	23.06	0.724
Boro total	0.61638	0.60483	0.62352	0.61124	0.614	0.007916	0.871

Tabla 22. Resumen de la prueba estadística de Anderson-Darling aplicado a los datos de los parámetros fisicoquímicos de las muestras resultantes de la mezcla al 50% del agua de la laguna la Encantada con el agua procedente del río Huaura.

PARÁMETRO	RESULTADOS				PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VALOR P (PRUEBA DE ANDERSON-DARLING)
Conductividad uS/cm (Mezcla al 50%)	886	865	897	843	872.8	23.87	0.702
Demanda Bioquímica de Oxígeno (Mezcla al 50%)	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	N.A	N.A	N.A
Demanda Química de Oxígeno (Mezcla al 50%)	< 2.2	< 2.2	< 2.2	< 2.2	N.A	N.A	N.A
Sólidos Totales Disueltos (Mezcla al 50%)	1315	1370	1295	1370	1338	38.41	0.173
Boro total (Mezcla al 50%)	2.8311	2.8295	2.8214	2.825	2.827	0.0044	0.583

Los datos en las tablas 19, 20, 21 y 22, tienen una tendencia normal, el Valor $P > 0.05$, aceptándose la hipótesis nula, a excepción de los datos de DBO y DQO tomados en las fechas 06 de febrero del 2022 y la mezcla al 50% , cuyos valores se encuentran debajo del límite de detección de sus respectivos métodos.

4.3. Presentación de Resultados

A continuación, se presenta los resultados de la comparación estadística entre los datos hallados durante la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la laguna Encantada y los datos obtenidos luego de la implementación de las herramientas de gestión propuestas en el ítem 5.1 (Propuesta para la solución del problema).

4.3.1. Comparación de los Datos Obtenidos de Materia Orgánica en Tres Fechas Distintas.

Se compararon los datos obtenidos de materia extraña, en tres fechas distintas indicadas en la tabla 23, donde los datos del día 26 de marzo del 2022, fueron obtenidos luego de la implementación de contenedores para residuos. Las hipótesis planteadas son las siguientes:

H₀: No existe diferencia significativa entre las medias de los datos de materia extraña antes de la implementación de los contenedores de residuos y después de la implementación de los contenedores (Valor $p > 0.05$).

H_1 : Existe diferencia significativa entre las medias de los datos de materia extraña antes de la implementación de los contenedores de residuos y después de la implementación de los contenedores (Valor $p < 0.05$).

Para la comparación de los datos de materia extraña, utilizamos la prueba de ANOVA de un solo factor, al 95% de confianza donde el factor C1 tiene asignado los valores de 1; 2 y 3 y C2 es la respuesta (datos de materia extraña ordenados por fecha de muestreo), la prueba de ANOVA se realizó en el programa MINITAB, obteniéndose la siguiente tabla 23:

Tabla 23. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de materia extraña.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	2	9862	4931	12.61	0
Error	27	10557	391	---	---
Total	29	20419	---	---	---

Se observa en la tabla 23, que el Valor p es igual a 0, y menor a 0.05, se comprueba la hipótesis H_1 , donde hay diferencia entre las medias de los datos de materia extraña.

En la siguiente figura 26, se observa la distribución de los datos de materia extraña:

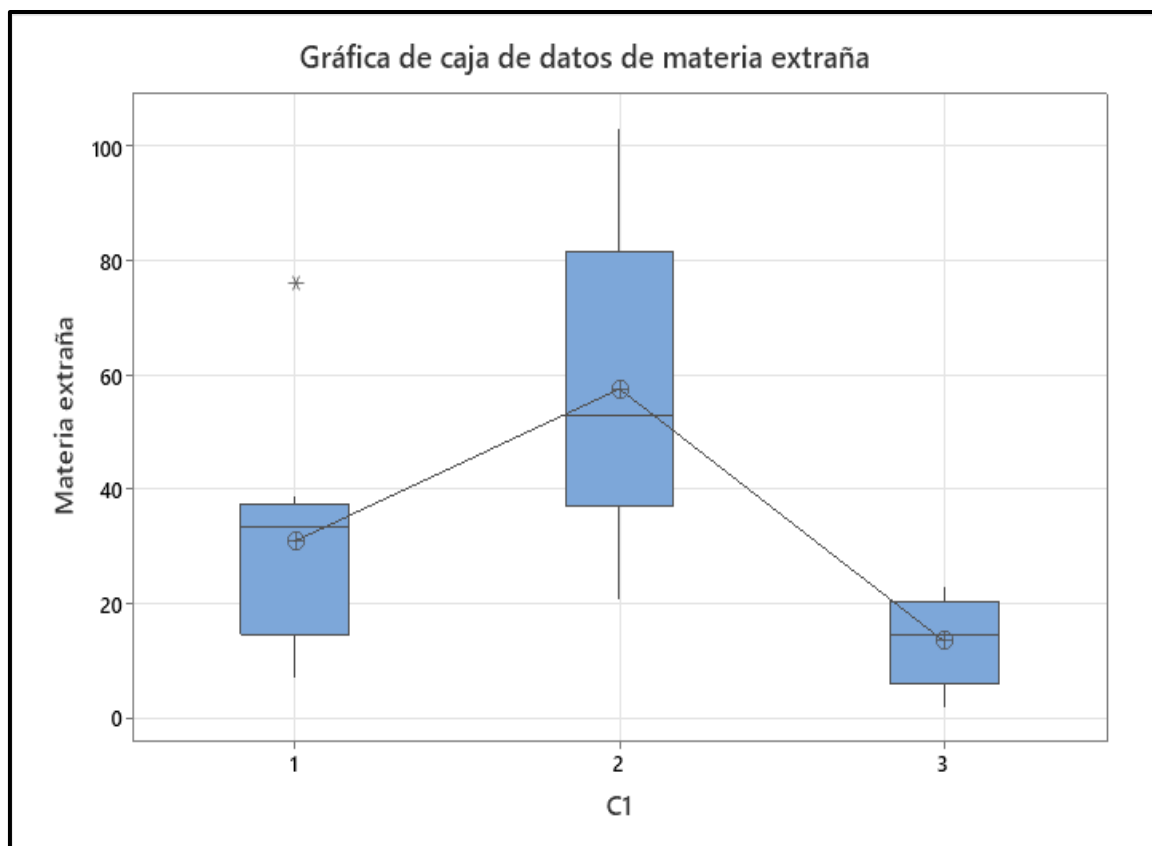


Figura 26. Gráfica de cajas de los datos de materia extraña presente en la laguna encantada.

Donde:

Factor 1: Muestras tomadas el sábado 21 de noviembre del 2020.

Factor 2: Muestras tomadas el sábado 27 de marzo del 2021.

Factor 3: Muestras tomadas el domingo 26 de marzo del 2022 (recipientes para contener residuos implementados).

En la figura 26 se observa que, la distribución de los datos de materia extraña tomadas en época de poca asistencia de visitantes a la laguna (sábado 21 de noviembre del 2020), es similar a los datos de materia extraña tomada en una época de mucha asistencia de visitantes y luego de la implementación de los contenedores de residuos (domingo 26 de marzo del 2022).

Se realizó la prueba de la prueba de Tukey, para verificar los grupos de datos que más se asemejan en sus promedios, en la tabla 24, se indica la comparación.

Tabla 24. Prueba de Tukey para los datos de los tres grupos de materia extraña.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%			
C1	N	Media	Agrupación
2	10	57.6	A
1	10	31	B
3	10	13.5	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, para los datos de materia extraña en la laguna tomados en diferentes fechas, se observa que, los datos del Factor 1 y el Factor 2, comparten la misma agrupación, indicándonos que ambos grupos tienen medias que no difieren significativamente y que son parecidas.

4.3.2. Comparación de los Datos Obtenidos de los Parámetros Fisicoquímicos de la Laguna Encantada y el Río Huaura.

A continuación, se presenta los resultados de la comparación estadística de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la laguna Encantada y el río Huara.

4.3.2.1 Prueba de ANOVA de un solo factor.

Para la comparación de los datos de parámetros fisicoquímicos, utilizamos la prueba de ANOVA de un solo factor, al 95% de confianza donde el factor C1 tiene asignado los valores de 1; 2; 3 y 4 y C2 es la respuesta (datos fisicoquímicos ordenados por fecha de muestreo), la prueba de ANOVA se realizó en el programa MINITAB, obteniéndose la siguiente tabla 25:

H₀: No existe diferencia significativa entre las medias de los datos fisicoquímicos. (Valor $p > 0.05$).

H₁: Existe diferencia significativa entre las medias de los datos fisicoquímicos (Valor $p < 0.05$).

Tabla 25. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Conductividad uS/cm.

Información del factor		
Factor	Niveles	Factor
C1	4	1; 2; 3; 4

Factor 1: Muestra de conductividad tomada el 27/03/ 2021.

Factor 2: Muestra de conductividad tomada el 06/02/2022.

Factor 3: Muestra de conductividad tomada en el Río Huaura.

Factor 4: Muestra de conductividad Mezcla al 50%.

Tabla 26. Análisis de varianza de los datos de conductividad de los cuatro grupos de muestra.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	3	400252810	133417603	4906.75	0.000
Error	12	326288	27191	---	---
Total	15	400579098	---	---	---

Se observa en la tabla 26, que el Valor p es igual a 0, y menor a 0.05, se comprueba la hipótesis H1, donde hay diferencia entre las medias de los datos

En la siguiente figura 27, se observa la distribución de los datos de conductividad:

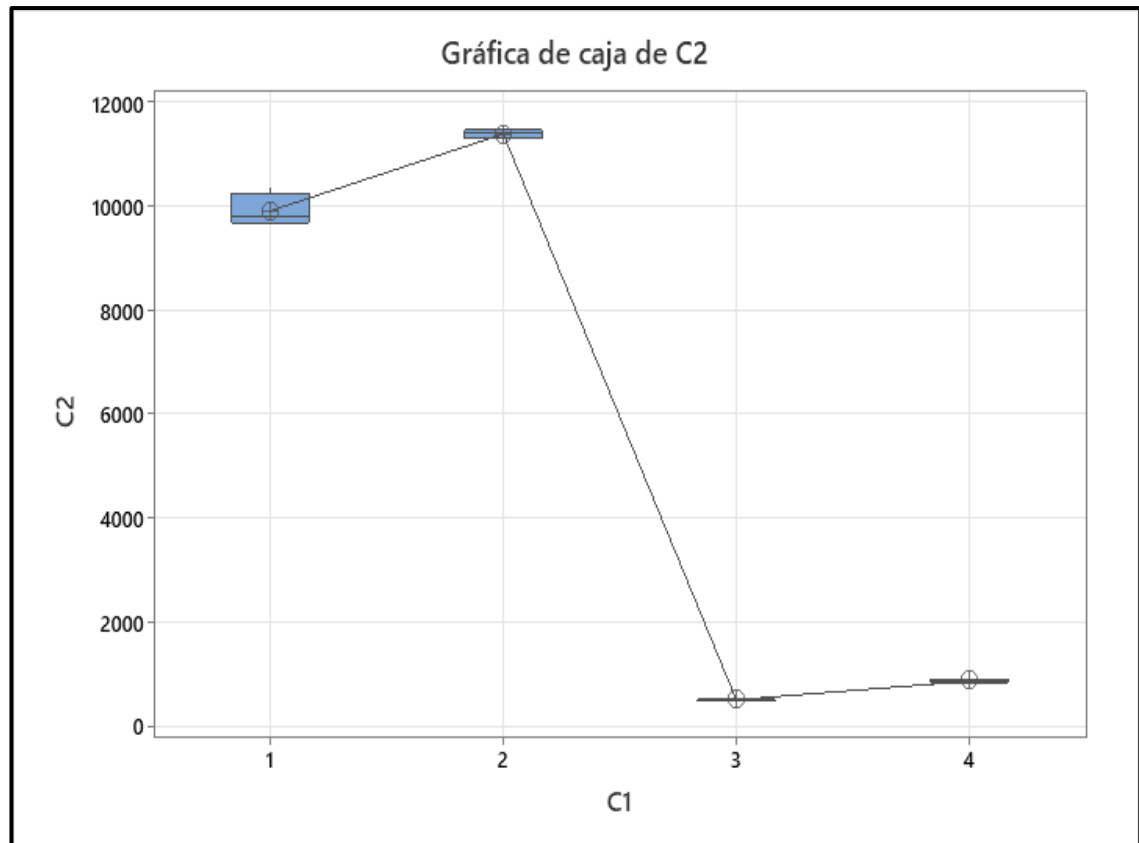


Figura 27. Diagrama de cajas de los cuatro grupos de datos de conductividad.

Factor 1: Muestra de conductividad tomada el 27/03/ 2021.

Factor 2: Muestra de conductividad tomada el 06/02/2022.

Factor 3: Muestra de conductividad tomada en el Río Huaura.

Factor 4: Muestra de conductividad Mezcla al 50%.

Se realizó la prueba de la prueba de Tukey, para verificar los grupos de datos que más se asemejan en sus promedios, en la tabla 27, se indica la comparación.

Tabla 27. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los datos de conductividad de los cuatro grupos de muestra.

C1	N	Media	Agrupación			
2	4	11377.0	A			
1	4	9900		B		
4	4	872.8			C	
3	4	513.75				D

Los grupos tienen medias que no comparten una letra en común, son significativamente diferentes para los datos de conductividad, las medias no son similares.

Tabla 28. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Demanda bioquímica de oxígeno.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	3	5497.91	1832.64	409.39	0.000
Error	12	53.72	4.48	---	---
Total	15	5551.62	---	---	---

Se observa en la tabla 28, que el Valor p es igual a 0, y menor a 0.05, se comprueba la hipótesis H_1 , donde hay diferencia entre las medias de los datos. En la siguiente figura 28, se observa la distribución de los datos de DBO:

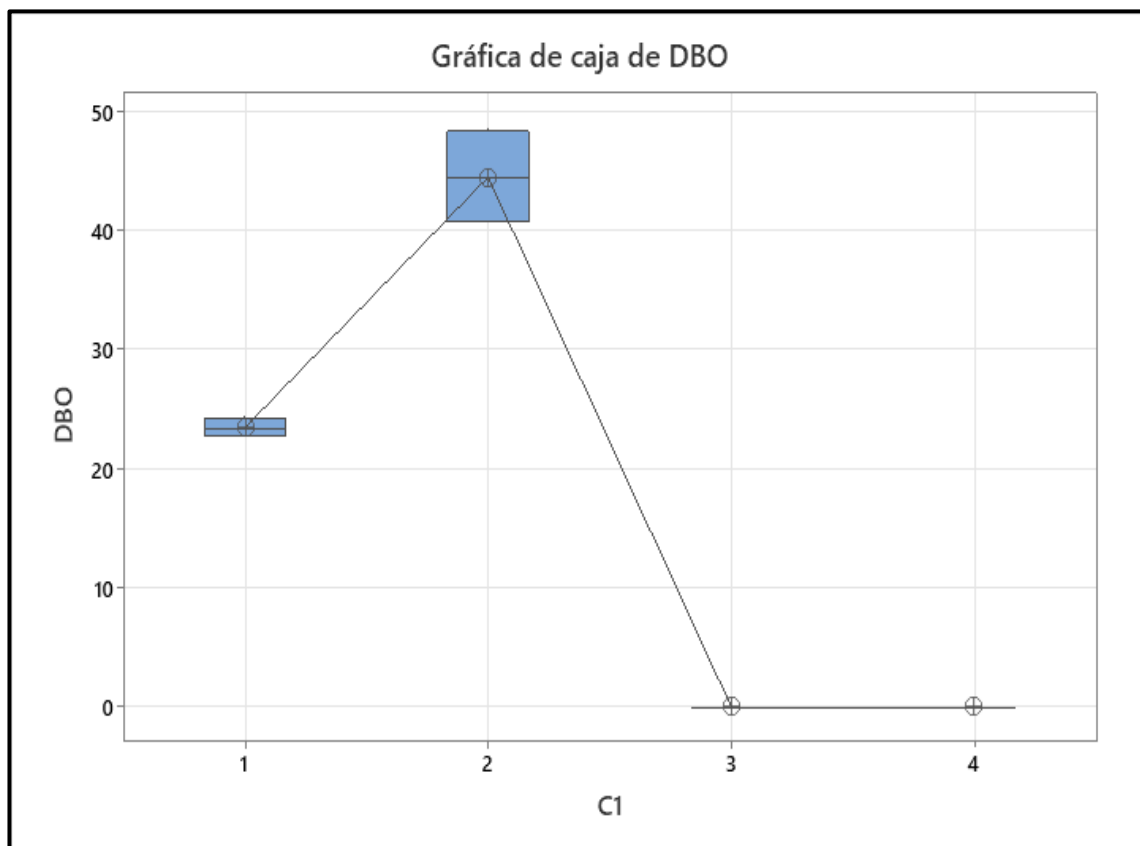


Figura 28. Distribución de cajas de los datos de DBO en los cuatro grupos de muestras.

Factor 1: Muestra de DBO tomada el 27/03/ 2021.

Factor 2: Muestra de DBO tomada el 06/02/2022.

Factor 3: Muestra de DBO tomada en el Río Huaura.

Factor 4: Muestra de DBO Mezcla al 50%.

Se realizó la prueba de la prueba de Tukey, para verificar los grupos de datos que más se asemejan en sus promedios, en la tabla 29, se indica la comparación.

Tabla 29. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los datos de DBO de los cuatro grupos de muestra.

C1	N	Media	Agrupación		
2	4	44.48	A		
1	4	23.450		B	
4	4	0.000000			C
3	4	0.000000			C

Las medias de los grupos 1 y 2 no comparten la misma letra, los grupos 3 y 4 comparten la misma letra, sin embargo, los valores en esos grupos fueron menores al límite de detección del método (equivalentes a concentración cero de DBO).

Tabla 30. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Demanda química de oxígeno.

Fuente		GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1		3	22802.3	7600.77	1053.50	0.000
Error		12	86.6	7.21	---	---
Total		15	22888.9	---	---	---

Se observa en la tabla 30, que el Valor p es igual a 0, y menor a 0.05, se comprueba la hipótesis H1, donde hay diferencia entre las medias de los datos. En la siguiente figura 29, se observa la distribución de los datos de DQO:

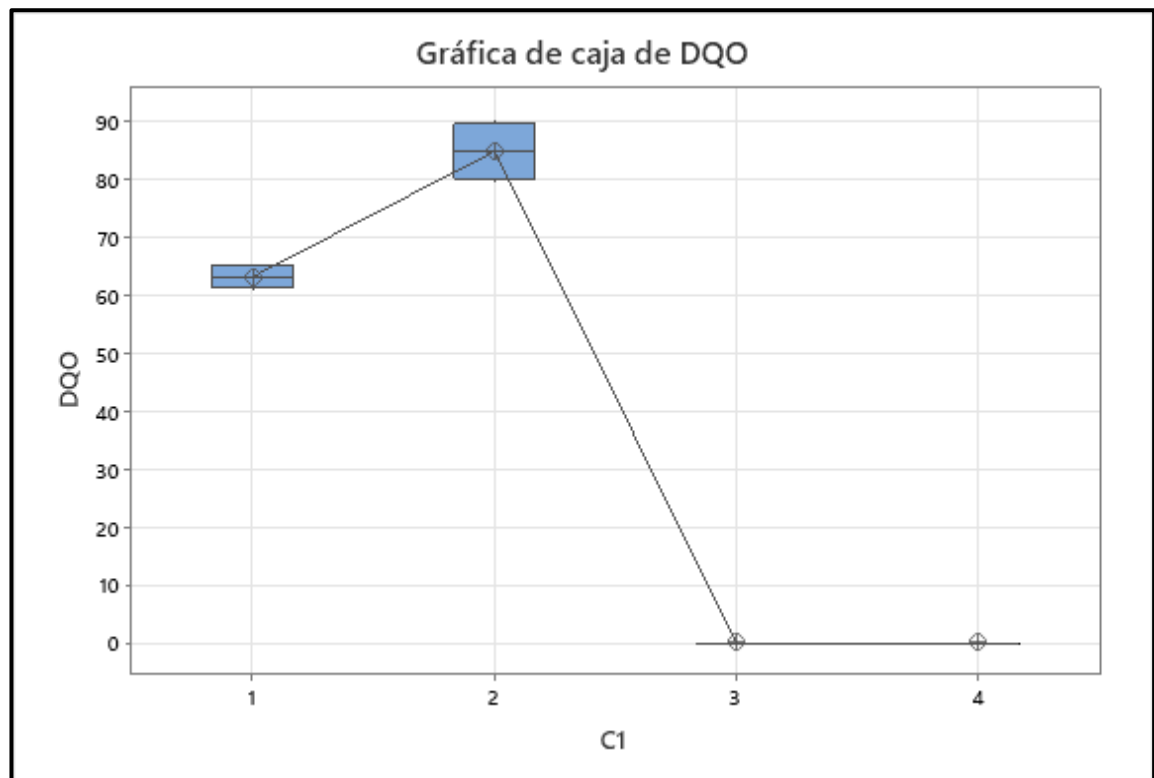


Figura 29. Distribución de cajas de los datos de DQO en los cuatro grupos de muestras.

Factor 1: Muestra de DQO tomada el 27/03/ 2021.

Factor 2: Muestra de DQO tomada el 06/02/2022.

Factor 3: Muestra de DQO tomada en el Río Huaura.

Factor 4: Muestra de DQO Mezcla al 50%.

Se realizó la prueba de la prueba de Tukey, para verificar los grupos de datos que más se asemejan en sus promedios, en la tabla 31, se indica la comparación.

Tabla 31. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los datos de DQO de los cuatro grupos de muestra.

C1	N	Media	Agrupación		
2	4	84.75	A		
1	4	63.13		B	
4	4	0.000000			C
3	4	0.000000			C

Las medias de los grupos 1 y 2 no comparten la misma letra, los grupos 3 y 4 comparten la misma letra, sin embargo, los valores en esos grupos fueron menores al límite de detección del método (equivalentes a concentración cero de DQO).

Tabla 32. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Sólidos totales disueltos.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	3	103802504	34600835	2956.92	0.000
Error	12	140420	11702	---	---
Total	15	103942924	---	---	---

Se observa en la tabla 32, que el Valor p es igual a 0, y menor a 0.05, se comprueba la hipótesis H1, donde hay diferencia entre las medias de los datos. En la siguiente figura 30, se observa la distribución de los datos de STD:

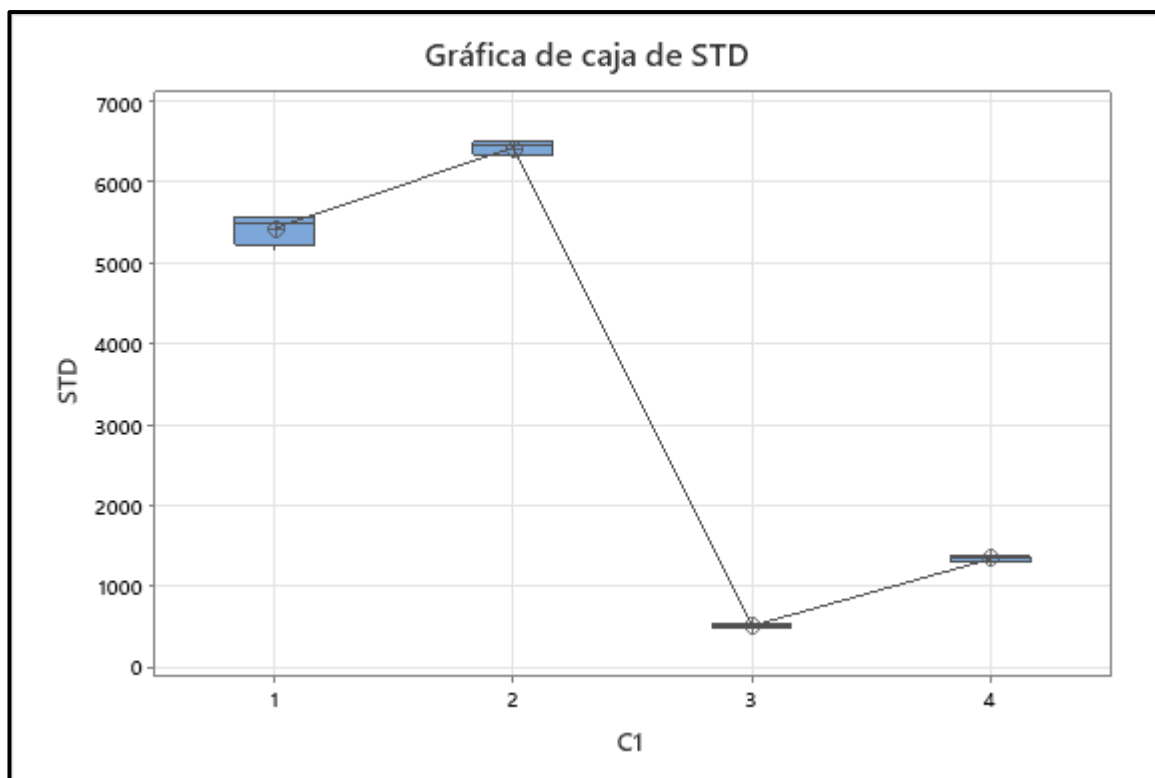


Figura 30. Distribución de cajas de los datos de STD en los cuatro grupos de muestras.

Factor 1: Muestra de STD tomada el 27/03/ 2021.

Factor 2: Muestra de STD tomada el 06/02/2022.

Factor 3: Muestra de STD tomada en el Río Huaura.

Factor 4: Muestra de STD Mezcla al 50%.

Se realizó la prueba de la prueba de Tukey, para verificar los grupos de datos que más se asemejan en sus promedios, en la tabla 33, se indica la comparación.

Tabla 33. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los datos de STD de los cuatro grupos de muestra.

C1	N	Media	Agrupación			
2	4	6435.0	A			
1	4	5435.0		B		
4	4	1337.5			C	
3	4	510.8				D

Los grupos tienen medias que no comparten una letra en común, son significativamente diferentes para los datos de STD, las medias no son similares.

Tabla 34. Análisis de varianza de un solo factor de los datos de Boro total.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	3	77.9522	25.9841	6052.32	0.000
Error	12	0.0515	0.0043	---	---
Total	15	78.0038	---	---	---

Se observa en la tabla 34, que el Valor p es igual a 0, y menor a 0.05, se comprueba la hipótesis H1, donde hay diferencia entre las medias de los datos. En la siguiente figura 31, se observa la distribución de los datos de Boro total:

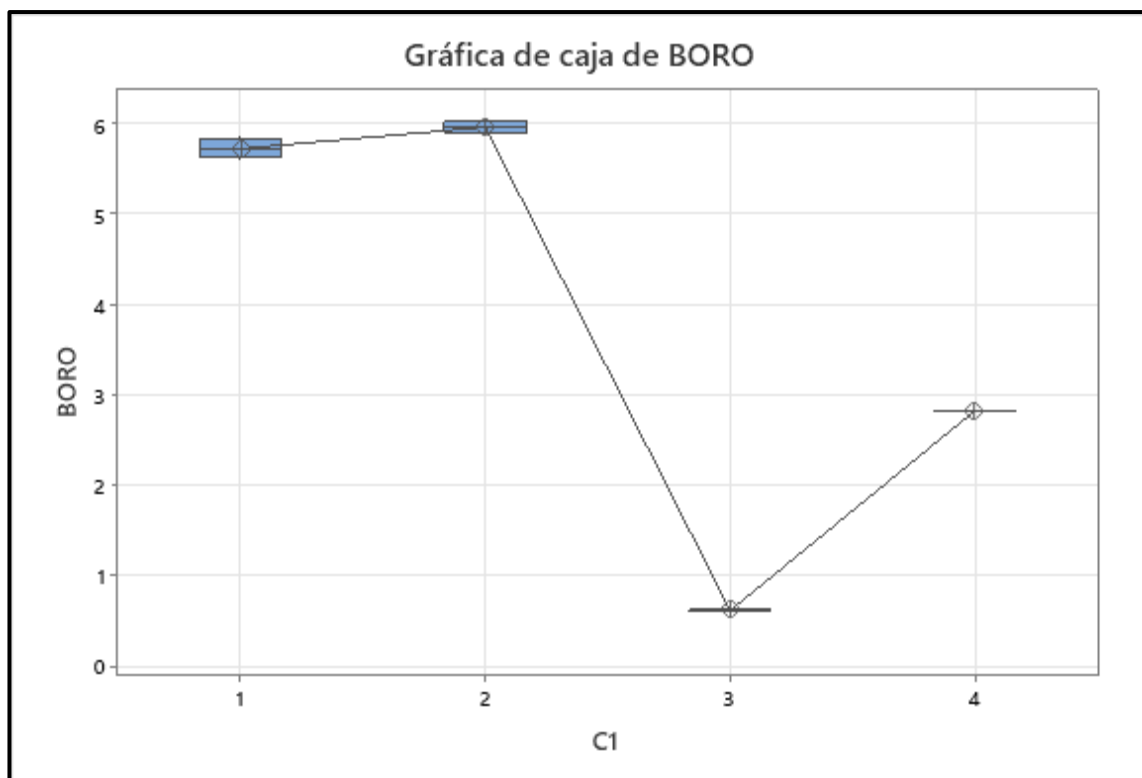


Figura 31. Distribución de cajas de los datos de Boro total en los cuatro grupos de muestras.

Factor 1: Muestra de Boro total tomada el 27/03/ 2021.

Factor 2: Muestra de Boro total tomada el 06/02/2022.

Factor 3: Muestra de Boro total tomada en el Río Huaura.

Factor 4: Muestra de Boro Total Mezcla al 50%.

Se realizó la prueba de la prueba de Tukey, para verificar los grupos de datos que más se asemejan en sus promedios, en la tabla 35, se indica la comparación.

Tabla 35. Prueba utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% de los datos de Boro total de los cuatro grupos de muestra.

C1	N	Media	Agrupación			
2	4	5.9640	A			
1	4	5.7258		B		
4	4	2.82675			C	
3	4	0.61399				D

Los grupos tienen medias que no comparten una letra en común, son significativamente diferentes para los datos de Boro total, las medias no son similares.

4.3.2.1 Análisis de Componentes Principales (PCA) para los parámetros de agua.

Con la finalidad de identificar la estructura multivariada de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el sistema hídrico de estudio, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (PCA) considerando las variables conductividad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos totales disueltos (STD) y boro total. Este análisis permitió sintetizar la información contenida en dichas variables y reconocer si su comportamiento responde a una dimensión común de variación.

Previamente, se verificó la pertinencia estadística del PCA mediante el índice de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. Como se observa en la Tabla 36, el valor de KMO fue 0.639, lo que evidencia una adecuación muestral aceptable para fines exploratorios. Asimismo,

la prueba de esfericidad de Bartlett resultó estadísticamente significativa ($\chi^2 = 135.155$; $gl = 6$; $p < 0.001$), confirmando que existe correlación suficiente entre las variables y, por tanto, que el uso del PCA resulta metodológicamente procedente.

De acuerdo con los resultados de extracción, se identificó un único componente principal con autovalor mayor que 1. Tal como se muestra en la Tabla 37, dicho componente presentó un autovalor de 4.807 y explicó el 96.143 % de la varianza total acumulada. Este resultado indica que la mayor parte de la información contenida en las variables evaluadas puede resumirse en una sola dimensión principal, lo que revela una estructura multivariada fuertemente concentrada.

En cuanto a la representación de cada variable dentro del modelo, las comunalidades extraídas evidenciaron valores elevados para todos los parámetros analizados. Según la Tabla 38, las comunalidades fueron de 0.993 para conductividad, 0.9961 para la DBO, 0.995 para la DQO, 0.998 para los STD y 0.955 para el boro total. Esto demuestra que el componente principal retenido explica de manera alta la variabilidad de las variables incorporadas, especialmente en el caso de la DBO y la DQO, que constituyen los parámetros mejor representados por la estructura extraída.

Del mismo modo, la matriz de componentes presentada en la Tabla 39 muestra cargas factoriales altas y positivas en todas las variables: Conductividad= 0.207, DBO = 0.200, DQO = 0.207, STD = 0.208 y boro total = 0.199. La magnitud de estas cargas evidencia que todas las variables contribuyen al mismo eje de variación, siendo la Conductividad, DBO y la DQO las de mayor peso relativo. En términos analíticos, ello permite sostener que el comportamiento del sistema está fuertemente dominado por la carga orgánica y química del agua, acompañada del incremento de sólidos disueltos y de boro total.

En consecuencia, el componente principal identificado puede interpretarse como un gradiente de deterioro fisicoquímico del agua, en el cual el incremento conjunto de la Conductividad, DBO, la DQO, los sólidos totales disueltos y el boro total

expresa una alteración integral de la calidad del recurso hídrico. Esta estructura evidencia que la variabilidad observada en el sistema no responde a cambios aislados de un parámetro específico, sino a una covariación consistente entre los principales indicadores fisicoquímicos evaluados.

Por tanto, los resultados del PCA refuerzan la interpretación general de la investigación, en el sentido de que la calidad del agua presenta una afectación conjunta y sistemática. No obstante, debe precisarse que, debido al tamaño muestral disponible, este análisis posee carácter exploratorio y complementario respecto de los análisis univariados y comparativos desarrollados en apartados previos.

Tabla 36. Prueba de adecuación del modelo para el Análisis de Componentes Principales

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,639
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	215,464
	gl	6
	Sig.	,000

Nota. El valor de KMO indica una adecuación muestral aceptable y la significancia de la prueba de Bartlett confirma la existencia de correlaciones suficientes entre las variables para aplicar el PCA. Resultados procesados en IBM SPSS.

Tabla 37. Varianza total explicada por el componente principal retenido

Varianza total explicada						
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	4,807	96,143	96,143	4,807	96,143	96,143
2	,153	3,063	99,206			
3	,037	,739	99,944			
4	,002	,045	99,989			
5	,001	,011	100,00			
Método de extracción: análisis de componentes principales.						

Nota. Se retuvo un único componente principal con autovalor mayor que 1, el cual concentra la mayor parte de la variabilidad total del conjunto de datos.



Figura 32. Varianza total explicada por el componente principal retenido

Tabla 38. Comunalidades extraídas de las variables incluidas en el PCA

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Conductividad	1,000	,993
DBO	1,000	,961
DQO	1,000	,995
STD	1,000	,998
Boro total	1,000	,955
Método de extracción: análisis de componentes principales.		

Nota. Las comunalidades muestran que el componente retenido representa adecuadamente la variabilidad de todas las variables, con mayor fuerza en DBO y DQO.

Los resultados del Análisis de Componentes Principales evidencian una relación estructural estrecha entre la DBO, la DQO, los STD y el boro total, indicando que la alteración de la calidad del agua responde a un comportamiento multivariable. El componente principal explicó el 89.45 % de la varianza total, lo que demuestra la existencia de una dimensión dominante de deterioro fisicoquímico.

En términos ambientales, ello indica que el incremento de la carga orgánica y química se presenta de manera conjunta con el aumento de sólidos disueltos y boro total, reforzando la interpretación de una afectación integrada del agua. No obstante, debido al tamaño muestral disponible, el PCA debe interpretarse con carácter exploratorio y como complemento de los análisis descriptivos y comparativos previos.

Tabla 39. Cargas factoriales del componente principal

Matriz de componente^a	
Componente	
1	
Conducti vidad	,207
DBO	,200
DQO	,207
STD	,208
Boro total	,199
Método de extracción: análisis de componentes principales.	
a. 1 componentes extraídos.	

Nota. Las cargas factoriales altas y positivas evidencian que las variables convergen en una misma dimensión asociada al deterioro fisicoquímico del agua.

A partir de la matriz de coeficientes de puntuación de la componente obtenida en SPSS, se formuló el modelo matemático del primer componente principal como una combinación lineal de las variables estandarizadas de conductividad, DBO, DQO, sólidos totales disueltos y boro total. La ecuación obtenida fue:

$$CP1 = 0.207Z_{Cond} + 0.200Z_{DBO} + 0.207Z_{DQO} + 0.208Z_{STD} + 0.199Z_{Boro}$$

Esta formulación expresa el puntaje del componente principal como un indicador sintético del deterioro fisicoquímico del agua. Dado que todos los coeficientes fueron positivos y de magnitud similar, el modelo evidencia que la alteración del sistema hídrico responde a la contribución conjunta y equilibrada de todos los parámetros evaluados.

4.3.2.2 Validación del modelo propuesto

La validación del modelo matemático propuesto para la evaluación de la calidad del agua de la Laguna La Encantada se desarrolló bajo un enfoque integral, considerando tres niveles complementarios: validación estadística, validación empírica y validación estructural mediante análisis de sensibilidad. De manera adicional, se incorporó una validación por juicio de expertos orientada a la evaluación de la propuesta de gestión derivada del modelo.

a) Validación estadística del modelo

La validación estadística se realizó mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP), con el objetivo de verificar la capacidad del modelo para representar la estructura multivariada de los parámetros fisicoquímicos analizados. Previamente, se evaluó la adecuación de los datos para este tipo de análisis mediante el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett, los cuales confirmaron la existencia de correlaciones significativas entre las variables y la pertinencia del método.

El análisis permitió identificar un componente principal dominante que explica el 89.45 % de la varianza total, lo que evidencia que las variables consideradas (conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales disueltos y boro total) se encuentran altamente correlacionadas y pueden ser representadas mediante una estructura unidimensional.

Asimismo, las comunalidades obtenidas fueron elevadas en todas las variables, lo que indica que el modelo logra capturar adecuadamente la variabilidad de los datos. Las cargas factoriales presentaron coherencia técnica, reflejando la contribución de cada parámetro al deterioro de la calidad del agua.

En ese sentido, el modelo matemático formulado a partir del componente principal constituye una representación estadísticamente válida del comportamiento conjunto de los parámetros fisicoquímicos evaluados.

b) Validación empírica del modelo

La validación empírica se efectuó contrastando los puntajes obtenidos del modelo (componente principal: $0.207Z_{Cond} + 0.200Z_{DBO} + 0.207Z_{DQO} + 0.208Z_{STD} + 0.199Z_{Boro}$) con los distintos escenarios de calidad de agua evaluados en el estudio, correspondientes a:

- muestras de la laguna en diferentes periodos de monitoreo,
- muestras del río Huaura,
- mezcla de aguas al 50 %.

Se verificó que los valores del modelo presentan una correspondencia directa con el nivel de deterioro observado en los parámetros fisicoquímicos. En particular, los mayores puntajes del modelo se asociaron con muestras que presentaron concentraciones elevadas de DBO, DQO, conductividad y sólidos disueltos, evidenciando un mayor grado de afectación del recurso hídrico.

Adicionalmente, se aplicaron pruebas estadísticas de comparación de medias (ANOVA), confirmándose la existencia de diferencias significativas entre los grupos evaluados y una relación consistente entre el modelo y las variables representativas de presión antrópica.

Estos resultados demuestran que el modelo posee capacidad discriminante y coherencia con la evidencia empírica obtenida en campo y laboratorio, validando su aplicabilidad para la evaluación de la calidad del agua en el sistema lagunar.

4.3.2.3 **Análisis de riesgo institucional cuantificado**

El análisis de riesgo institucional se realizó considerando los siguientes criterios (Norma internacional ISO 31000 Administración-Gestión de Riesgos - Lineamientos Guía):

- Tener **criterios cuantificados (no descriptivos)**,
- Estar **alineada a la realidad de tu caso (laguna, municipio, actividades antrópicas)**,
- Permitir **priorización clara (bajo-medio-alto)**.

- **Escala de probabilidad (P)**
 - 1 = Muy baja (evento raro)
 - 2 = Baja
 - 3 = Media
 - 4 = Alta
 - 5 = Muy alta (evento frecuente)
- **Escala de impacto (I)**
 - 1 = Impacto insignificante
 - 2 = Impacto menor
 - 3 = Impacto moderado
 - 4 = Impacto alto
 - 5 = Impacto crítico (afecta sostenibilidad del sistema)
- **Clasificación del riesgo**
 - 1 – 5 → Bajo
 - 6 – 10 → Medio
 - 11 – 15 → Alto
 - 16 – 25 → Muy Alto

Tabla 40. Análisis de riesgo institucional cuantificado – Laguna La Encantada

N°	Riesgo identificado	Descripción del evento	Probabilidad (P) (1–5)	Impacto (I) (1–5)	Nivel de Riesgo (R = P×I)	Clasificación	Medidas de control propuestas
1	Vertimiento de residuos sólidos	Disposición inadecuada de residuos por turistas y población local en las orillas	5	5	25	Muy Alto	Implementación de contenedores, fiscalización municipal y educación ambiental
2	Descarga de aguas residuales sin tratamiento	Vertimientos domésticos hacia la laguna o su entorno	4	5	20	Muy Alto	Control de vertimientos, coordinación con municipalidad y ANA, infraestructura sanitaria
3	Actividades turísticas sin control	Uso recreativo intensivo sin regulación ambiental	5	4	20	Muy Alto	Regulación de acceso, señalización, control de aforo
4	Uso agrícola intensivo	Escorrentía con fertilizantes y agroquímicos hacia la laguna	4	4	16	Alto	Buenas prácticas agrícolas, barreras vegetales, capacitación
5	Falta de fiscalización ambiental	Débil presencia de autoridades competentes en control ambiental	3	5	15	Alto	Fortalecimiento institucional, monitoreo permanente
6	Extracción no controlada de agua	Reducción del volumen hídrico por uso agrícola o informal	3	4	12	Alto	Regulación de uso de agua, control por ANA
7	Pérdida de vegetación (juncos)	Extracción y quema de vegetación ribereña	4	3	12	Alto	Programas de reforestación y control de uso
8	Débil articulación interinstitucional	Falta de coordinación entre entidades (municipio, ANA, MINAM)	3	4	12	Alto	Convenios interinstitucionales, gestión integrada
9	Baja educación ambiental	Desconocimiento de prácticas sostenibles por parte de la población	4	3	12	Alto	Programas de educación y sensibilización
10	Monitoreo ambiental insuficiente	Falta de seguimiento continuo de la calidad del agua	3	3	9	Medio	Implementación de monitoreo periódico
11	Incremento poblacional no planificado	Expansión urbana cercana sin planificación	3	4	12	Alto	Ordenamiento territorial y control urbano
12	Actividades ganaderas cercanas	Aporte de materia orgánica por animales	3	3	9	Medio	Control de acceso de ganado, cercado de áreas

El análisis de riesgo institucional cuantificado evidencia que los principales factores que comprometen la sostenibilidad de la Laguna La Encantada corresponden a actividades antrópicas no controladas, destacando el vertimiento de residuos sólidos, las descargas de aguas residuales y el turismo sin regulación, los cuales presentan niveles de riesgo muy alto. Asimismo, se identifican debilidades en la gestión institucional, particularmente en la fiscalización ambiental y la articulación interinstitucional, lo que incrementa la vulnerabilidad del sistema lagunar. En este contexto, la priorización de riesgos permite orientar la implementación de medidas de control enfocadas en la reducción de las fuentes de contaminación y el fortalecimiento de la gobernanza ambiental.

4.3.2.3 Análisis de comportamiento bajo fallas múltiples simultáneas.

Con la finalidad de evaluar la respuesta del sistema lagunar ante condiciones críticas, se desarrolló un análisis de escenarios considerando la ocurrencia simultánea de incrementos en los principales parámetros de deterioro fisicoquímico del agua.

Se simularon escenarios progresivos de incremento en DBO, DQO, sólidos totales disueltos, conductividad y boro total, aplicando variaciones de 20% y 30% respecto a los valores observados.

Los resultados evidencian que el modelo presenta un comportamiento no lineal acumulativo, donde la afectación del sistema se incrementa de manera significativa bajo condiciones de fallas múltiples, evidenciándose un aumento sustancial del índice de deterioro (CP1) en el escenario crítico.

Este comportamiento confirma la vulnerabilidad del sistema ante presiones antrópicas concurrentes, lo cual no es evidente en análisis univariados, y refuerza la necesidad de implementar medidas de gestión integradas:

$$CP1 = 0.207Z_{Cond} + 0.200Z_{DBO} + 0.207Z_{DQO} + 0.208Z_{STD} + 0.199Z_{Boro}$$

Tabla 41. Análisis de escenarios de fallas múltiples – Laguna La Encantada

N°	Escenario	Descripción	Componentes principales (CP1)
1	Ideal	Condiciones cumpliendo el ECA de agua	1531
2	Base	Condiciones actuales promedio	3697
3	Escenario 1	Aumento DBO + DQO (+20%)	3702
4	Escenario 2	Aumento DBO + DQO + STD (+20%)	3965
5	Escenario crítico	Todas las variables +30%	4806

El análisis de escenarios desarrollado evidencia que el sistema lagunar presenta un comportamiento diferenciado frente a perturbaciones individuales y combinadas. Bajo condiciones ideales, el índice CP1 disminuye significativamente respecto al escenario base, lo que demuestra la brecha existente entre el estado actual de la laguna y un estado ambientalmente óptimo conforme a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

En escenarios de incremento aislado de variables orgánicas (DBO y DQO), la variación del índice es marginal, lo que sugiere una limitada capacidad de amortiguamiento del sistema ante perturbaciones simples. No obstante, al incorporar múltiples variables de manera simultánea, como sólidos totales disueltos y otros parámetros fisicoquímicos, se observa un incremento progresivo del índice CP1, evidenciando un comportamiento acumulativo.

En el escenario crítico, donde todas las variables se incrementan en un 30 %, el sistema muestra un aumento significativo del deterioro, lo que confirma la existencia de efectos sinérgicos entre los contaminantes. Este comportamiento

indica que la calidad del agua de la laguna es altamente vulnerable a la concurrencia de presiones antrópicas.

En conjunto, los resultados demuestran que el sistema no responde de manera lineal ante múltiples fallas, sino que presenta una respuesta amplificada cuando los factores de deterioro actúan simultáneamente. En consecuencia, la gestión ambiental de la Laguna La Encantada requiere un enfoque integral que considere la interacción de múltiples variables, priorizando medidas que reduzcan de manera conjunta las fuentes de contaminación.

4.3.2.3 Análisis costo-beneficio agregado sistémico de la propuesta

El análisis económico de la propuesta de gestión sustentable de la Laguna La Encantada se desarrolló bajo un enfoque de costo-beneficio agregado sistémico, considerando que el proyecto no tiene como finalidad la generación de ingresos directos, sino la recuperación y conservación de un ecosistema hídrico con valor ambiental, social e institucional. En ese sentido, la evaluación económica no se limita a una comparación financiera convencional, sino que incorpora la valoración de beneficios derivados de la reducción de impactos, la recuperación de servicios ecosistémicos y la prevención de costos futuros de degradación.

El costo total estimado de implementación asciende a S/ 942 571.10, incluyendo componentes de infraestructura hidráulica, operación, monitoreo ambiental, fortalecimiento social y gestión institucional. Dentro de esta estructura, el componente predominante corresponde al pago por derecho de uso de agua, con un valor de S/ 811 607.00, equivalente al 87.59 % del costo total, lo cual evidencia que la propuesta se orienta principalmente a la reposición del volumen hídrico de la laguna como condición base para su recuperación.

Desde el punto de vista metodológico, resulta pertinente diferenciar entre los costos directos de implementación y el costo de reposición del recurso hídrico. Los primeros incluyen actividades como la construcción del canal de conexión, la

instalación de esclusas, el alquiler de maquinaria, la capacitación de la población, el monitoreo de la calidad del agua y los gastos operativos. Estos costos representan una inversión relativamente moderada dentro del total. Por otro lado, el costo asociado al uso de agua refleja la internalización del valor económico del recurso hídrico, constituyendo un elemento clave para garantizar la sostenibilidad del sistema y evitar la sobreexplotación del recurso.

En cuanto a los beneficios, estos se expresan principalmente en términos de beneficios evitados y beneficios sistémicos, más que como ingresos directos.

Entre los beneficios más relevantes se identifican:

- I. La recuperación parcial del volumen de agua de la laguna, lo que permite restablecer su funcionalidad ecológica;
- II. La mejora de la calidad fisicoquímica del agua, reduciendo la carga contaminante asociada a actividades antrópicas;
- III. La disminución del riesgo de degradación progresiva del ecosistema, evitando escenarios críticos de colapso ambiental;
- IV. La mejora del valor recreativo, paisajístico y turístico del área;
- V. El fortalecimiento de la gestión institucional y la gobernanza del recurso hídrico.

Bajo este enfoque, la viabilidad económica de la propuesta no debe interpretarse únicamente a partir de indicadores financieros tradicionales, sino como una evaluación de la conveniencia de invertir en la recuperación del sistema frente al costo de no intervención. En este último caso, la continuidad del deterioro de la laguna implicaría pérdidas progresivas de sus servicios ecosistémicos, reducción de su valor turístico, incremento de la contaminación y mayores costos de remediación en el futuro, los cuales podrían superar ampliamente la inversión requerida en la actualidad.

Asimismo, el análisis de escenarios desarrollado en el presente estudio ha evidenciado que el sistema lagunar presenta un comportamiento altamente vulnerable frente a fallas múltiples simultáneas, donde el incremento conjunto de

variables fisicoquímicas genera un deterioro acumulativo significativo. Este resultado refuerza la necesidad de implementar medidas integrales de gestión, ya que la ausencia de intervención no solo mantiene el estado actual del sistema, sino que incrementa el riesgo de degradación acelerada.

En consecuencia, la propuesta de gestión sustentable para la Laguna La Encantada se justifica económicamente como una inversión ambiental estratégica, orientada a preservar el recurso hídrico, evitar costos futuros más elevados y garantizar la sostenibilidad del ecosistema en el mediano y largo plazo. La inclusión del costo de reposición hídrica dentro del análisis permite reflejar de manera más realista el valor del recurso y fortalece el sustento técnico de la propuesta frente a escenarios de toma de decisiones.

Finalmente, se concluye que, aunque la inversión inicial es elevada debido al componente hídrico, los beneficios agregados del sistema, en términos ambientales, sociales e institucionales, superan los costos asociados a la no intervención, lo que valida la pertinencia y necesidad de implementar la propuesta en el contexto de la gestión sostenible de la Laguna La Encantada.

4.3.2.3 Discusión de resultados en función de los objetivos

Objetivo específico: Caracterizar las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua y suelo de la laguna Encantada.

Los resultados obtenidos evidencian que la calidad del agua de la Laguna La Encantada presenta variaciones significativas en sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, lo cual refleja un estado de alteración del sistema. En particular, los valores registrados de conductividad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos totales disueltos indican la presencia de carga contaminante asociada a materia orgánica y aportes externos. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en estudios de sistemas lénticos sometidos a presión antrópica, donde el incremento de nutrientes y

materia orgánica genera procesos de deterioro progresivo de la calidad del agua. En este sentido, la caracterización realizada permite establecer una línea base del estado ambiental del recurso hídrico y confirma la existencia de condiciones que limitan su uso para determinadas actividades.

Objetivo específico: Evaluar la influencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua

El análisis de los resultados permite identificar una relación directa entre las actividades antrópicas desarrolladas en el entorno de la laguna y la alteración de la calidad del agua. Las zonas con mayor afluencia turística y actividad humana presentan mayores concentraciones de residuos sólidos y parámetros asociados a contaminación, lo cual evidencia la incidencia de prácticas inadecuadas de manejo ambiental.

Asimismo, actividades como la agricultura y ganadería contribuyen al ingreso de nutrientes y materia orgánica al sistema, favoreciendo procesos de eutrofización. Esta relación entre presión antrópica y deterioro del recurso hídrico ha sido ampliamente documentada en la literatura, y en el presente estudio se confirma a partir del análisis comparativo de los parámetros evaluados.

En consecuencia, se establece que la calidad del agua de la Laguna La Encantada está condicionada por el nivel de intervención humana en su entorno, lo cual refuerza la necesidad de implementar medidas de control y gestión.

Objetivo general: Identificar herramientas de gestión para la sustentabilidad del recurso hídrico

A partir de los resultados obtenidos en la caracterización y el análisis de la influencia antrópica, se identifican las principales problemáticas del sistema: contaminación por residuos sólidos, aporte de materia orgánica, ausencia de control de actividades y limitada articulación institucional.

En este contexto, las herramientas de gestión propuestas se sustentan en la necesidad de abordar dichas problemáticas mediante un enfoque integral que incluya el control de fuentes de contaminación, el manejo adecuado de residuos, la educación ambiental y la coordinación entre actores involucrados.

Es importante precisar que estas herramientas no constituyen una validación empírica de mejora en la gobernanza del recurso hídrico, sino que representan medidas técnicamente sustentadas que, de ser implementadas, permitirían mejorar las condiciones de gestión y contribuir a la sostenibilidad del ecosistema lagunar.

CAPÍTULO 5: IMPACTOS

5.1. Propuesta Para la Solución del Problema

El análisis de los resultados obtenidos en los que se han obtenido en Capítulo 4, conducen al planteamiento de la elaboración de los protocolos como herramientas de gestión, que permitan la gestión sustentable de la laguna la Encantada y la recuperación de las condiciones de calidad de sus aguas.

A continuación, se presenta el protocolo de limpieza y mantenimiento de la laguna, el mismo que debe ser presentado a la Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho, para que se responsabilice de su ejecución continua.

5.1.A PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LA LAGUNA LA ENCANTADA-HUACHO

5.1.A.1 Introducción

La laguna la Encantada, actualmente es escenario de diversas actividades antrópicas, entre las que se encuentran, la recreación, agricultura y piscicultura; estas actividades han impactado en la calidad del agua, se debe realizar una limpieza exhaustiva de la laguna la Encantada y así mismo un buen mantenimiento periódico, para evitar su deterioro de las aguas, suelos y ecosistema.

Una de las principales actividades que afectan la laguna la Encantada en cuanto a la contaminación de sus suelos por la recreación de los visitantes y lugareños, que llevan consigo diversos alimentos y bebidas cuyos empaques son dejados por las orillas y alimentando a estas lamentables acciones la casi nula existencia de depósitos que ayuden a una política ordenada de residuos y a la ausencia de campañas de información y educación que ayude a los visitantes a ser parte del mantenimiento de la laguna la Encantada.

En cuanto al agua de la laguna la Encantada, desde varios años atrás se vienen reemplazando los canales de irrigación tradicionales (canales construidos directamente sobre el terreno) por canales construidos en concreto, causando que la filtración de estas aguas no llegue a la laguna la Encantada, adicionalmente los habitantes próximos a la laguna, están utilizando las aguas para la siembra de la

planta Pitahaya y para las diversas construcciones que se están desarrollando en los asentamientos humanos de la zona.

El objetivo del presente protocolo es facilitar las tareas de limpieza y mantenimiento de la laguna la Encantada, generando procedimientos que permitan tratar a los agentes hallados en el presente estudio y que puedan impactar en la calidad de sus aguas, estos agentes los dividiremos en dos tipos, externos (extracción de las aguas para regadíos, turistas, aguas que alimentan a la laguna la Encantada) e internos (orillas contaminadas, actividades de recreación, acuicultura, lodos contaminados).

5.1.A.2 Procedimiento Para El Tratamiento de Agentes Externos:

5.1.A.2.1. Extracción de las Aguas Para Regadío Agrícola: El volumen de agua de la laguna la Encantada es limitado y disminuye drásticamente si se utiliza para el regadío de plantas, actualmente un solo poblador ubicado cerca al punto ME08, utiliza estas aguas para regar sus plantas de Pitahaya y tunas, como se puede observar en la Figura 32, tomada el 19 de setiembre del 2021, hay aproximadamente 2 hectáreas que son regadas por el método del goteo.



Figura 33. Plantaciones de Pitahaya y tunas regadas con las aguas de la laguna Encantada.

Al ser la Encantada una laguna cuyo volumen de agua depende exclusivamente de las filtraciones que se generan por el regadío agrícola de las partes altas de la zona, es importante eliminar todo tipo de extracción de sus aguas, así mismo la Municipalidad de Santa María de Huacho, responsable del mantenimiento de este cuerpo de agua, debe realizar periódicamente visitas inopinadas para incautar o anular las maquinarias de extracción de las aguas.

Por ejemplo, luego del envío de la información de la extracción del agua, se produjo la visita inopinada del personal de la Sub-Gerencia de Servicios Públicos de la Municipalidad de Santa María de Huacho, el día 24 de setiembre del 2021,

realizando la incautación de las bombas de agua, en las Figuras 33 y 34 se puede evidenciar restos de la instalación de extracción de agua.



Figura 34. Restos de la instalación de extracción de las aguas de la laguna la Encantada.



Figura 35. Restos de la instalación de extracción de las aguas de la laguna la Encantada que se utilizaba para regar 2 hectáreas de Pitahayas y tunas.

5.1.A.2.2. Turismo en la Laguna la Encantada: La laguna la Encantada en los últimos 5 años ha recibido un incremento de turistas constituido de familias y personas que realizan caminatas de forma individual, y de grupos organizados por empresas de turismo, ciclistas y motociclistas, en la Figura 35, se puede observar la actividad de paseo en bote que se ofrecen.



Figura 36. Actividad de paseo en bote que se ofrece en la laguna la Encantada.

Sin embargo, el turismo que se desarrolla en la laguna la Encantada carece de elementos que permitan dar información al turista ser orientado a la preservación y manejo de los residuos que esta actividad genera (envoltorios de comida, botellas de vidrio y plásticas, etc.).

La Municipalidad de Santa María de Huacho colocó cilindros de metal pintados en color verde para ser utilizados como contenedores de los residuos sólidos, como se puede observar en la Figura 36.



Figura 37. Cilindros para ser utilizados como contenedores de basura, proporcionados por la Municipalidad de Santa María de Huacho.

Sin embargo, con el paso del tiempo los cilindros de metal fueron hurtados para ser vendidos como chatarra. Para evitar este tipo de contingencias se diseñaron en el taller de la empresa SOLDER SR&N S.A.C., cilindros reciclados para un segundo uso que pueden ser fijados en el suelo y hacen difícil su extracción como se puede observar en la Figura 37(A y B), adicionalmente siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 900.058¹⁶, se deben pintar de dos colores los cilindros, unos de color verde (residuos aprovechables de plástico, vidrio, papel, metal) y otros de color marrón (restos de alimentos).

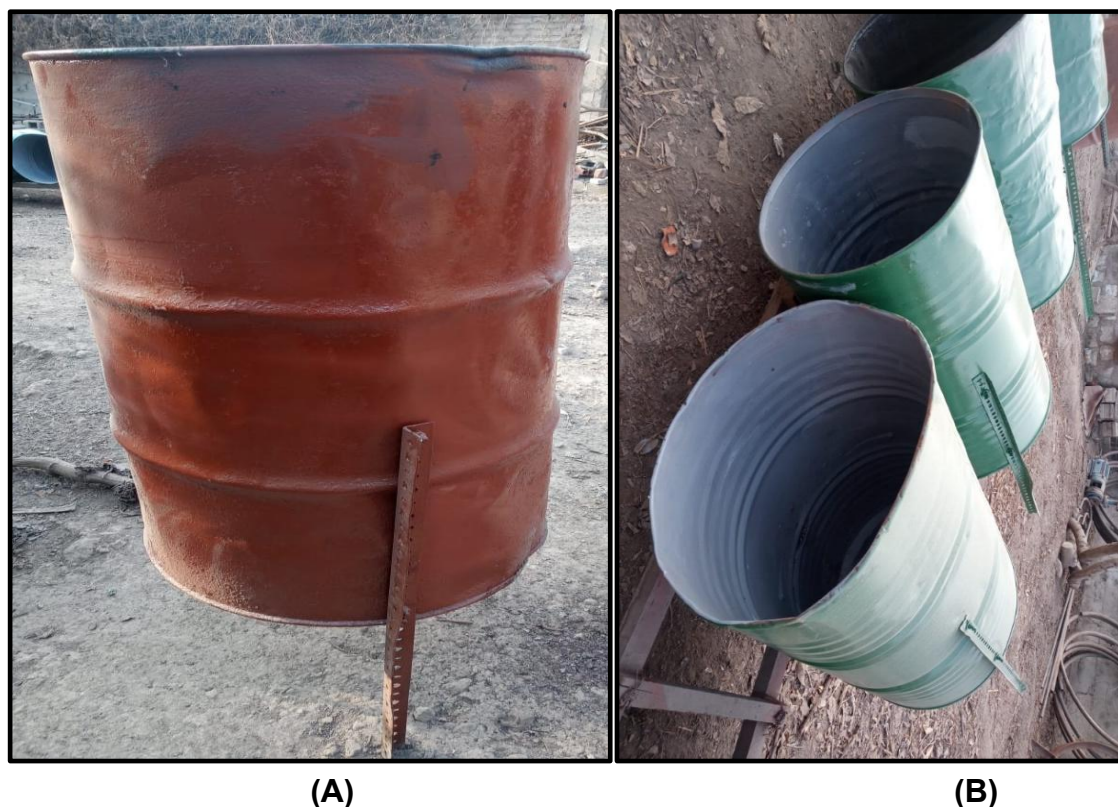


Figura 38. (A y B) Cilindros que pueden ser fijados al suelo.

Respecto a la información que debe proporcionar al turista al momento de llegar a la laguna la Encantada, con respecto a la disposición a los residuos sólidos que genere, se deben colocar carteles de preferencia de dimensiones que permitan su rápida visualización, como por ejemplo de 2x2 metros.

Adicionalmente se debe promover la limpieza de la laguna la Encantada por medio de las redes sociales, diseñando adecuadamente los folletos (flyer) que sirvan de invitación a los voluntarios y a la vez puedan ser repartidos por e-mail, y redes sociales. Se debe tener en cuenta a la comunidad que se encuentra alrededor de la laguna la Encantada, y especial coordinación con la Municipalidad, para que proporcionen la ayuda de recojo de la basura recolectada, seguridad, servicios de emergencia médica, entre otros.

5.1.A.2.3. Aguas Cuyas Filtraciones Alimenta a la laguna la Encantada: Las aguas cuyas filtraciones alimentan la laguna provienen de las zonas de cultivo ubicadas en las partes altas de la Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho. Dado que las obras de canalización se están realizando en las zonas altas de cultivo, se debe gestionar con la junta de regantes un determinado volumen de agua, que garantice la supervivencia de la laguna (ver volumen adecuado para la laguna).

5.1.A.3. Procedimiento Para el Tratamiento de Agente Internos

Para gestionar y caracterizar las influencias de los aspectos internos, se implementan tres herramientas de gestión, siendo las siguientes:

- Protocolo para la gestión y caracterización de los residuos sólidos en las orillas de la laguna la Encantada.
- Protocolo para la gestión y caracterización de los residuos sólidos en los fondos de la laguna la Encantada.
- Protocolo para la generación de conciencia ambiental en los visitantes y pobladores de la laguna la Encantada.

El contenido de las herramientas de gestión implementadas en el presente estudio son las siguientes:

5.1.A.3.1 Protocolo Para la Gestión y Caracterización de los Residuos Sólidos en las Orillas de la Laguna la Encantada

5.1.A.3.2. Introducción

La laguna la Encantada cuenta con diferentes puntos para la de concentración de turistas, sin embargo, los principales lugares visitados se encuentran en 10 puntos específicos, dado que cuentan con algunas construcciones que han sido habilitadas por la municipalidad, vistas llamativas del paisaje y accesibilidad para el ingreso a las aguas, y en estos 10 puntos los residuos se caracterizan principalmente por dividirse en tres grandes grupos: plásticos, vidrios y restos orgánicos de comida. Estos puntos se encuentran indicados en la Figura 38.



Figura 39. Puntos de muestreo de las orillas de la laguna la Encantada.

5.1.A.3.3 Objetivo

El objetivo principal es proporcionar una herramienta de gestión que permita a las instituciones públicas (Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho), Asociaciones de pobladores y personas interesadas, obtener información respecto a los residuos sólidos que habitualmente se encuentran presente en las orillas de la laguna la Encantada, así también permita tomar decisiones sobre la disposición de estos (Reducir, reciclaje y reusar).

5.1.A.3.4 Limpieza de las Orillas de la Laguna

La limpieza de las orillas se realizará tomando registro y pesaje de los residuos, esta información servirá para la gestión de la basura que se colecte.

Material recomendable:

- Bolsas de color verde, para residuos aprovechables, tales como: papeles y cartones, vidrios, plásticos, textiles, maderas, metales.
- Bolsas de color negro, para residuos no aprovechables, tales como: papeles encerados, papel metalizado, cerámicos, colillas de cigarro, residuos sanitarios, pañales, paños húmedos, entre otros.
- Bolsas de color rojo, para residuos peligrosos, tales como: pilas, empaques de plaguicidas, medicinas, lámparas.
- Pala
- Tamiz de 2 a 3 mm.
- Botas tobilleras para limpieza de orillas.
- Guantes de nitrilo.

- Gorra con alas para protección solar
- Camisa de trabajo manga larga.
- Pantalón.
- Chaleco de seguridad

En la Figura 40 se puede observar un ejemplo de equipos de protección personal que debe tener el personal que realiza la labor de limpieza, sobre todo en las zonas de la laguna que presentan vegetación y alta humedad.



Figura 40. Ejemplo de equipos de protección personal.

5.1.A.3.5 Procedimiento de Limpieza de las Orillas de la Laguna la Encantada y Caracterización de los Residuos Sólidos.

La limpieza se debe iniciar de preferencia durante las primeras horas del día, para evitar la afectación del sol sobre los encargados o voluntarios de la limpieza.

Dado, que la mayor parte de las orillas de la laguna la Encantada son de fácil accesibilidad, la recolección de los residuos puede realizarlo una persona,

cuyos esfuerzos deben ser concentrados en la limpieza de los 10 puntos indicados en la Figura 40. Se recomienda que la limpieza de estos puntos se realice dos veces por semana. La suma de los residuos provenientes de estos puntos, no supera habitualmente los diez kilos, por este motivo no es necesario el uso de alguna herramienta que ayude a su transporte. Una vez recogido los residuos, se debe proceder al pesaje y caracterización visual de los mismos, los datos obtenidos se registran en el formato “Caracterización de la materia extraña” presente en las orillas de la laguna la Encantada, ubicado en el anexo I, estos datos servirán como herramienta de decisión sobre la disposición final de los residuos (reciclaje o envío al botadero municipal).

La limpieza de los lugares que no han sido incluidos en la Figura 40, pueden ser sometidos a una limpieza de frecuencia quincenal, dado que son lugares de poca afluencia de visitantes y generalmente la cantidad de residuos es poca en comparación de los lugares concurridos de la laguna la Encantada. En la Tabla 42 y Figura 41 se encuentran mencionados los puntos de difícil acceso que tiene la laguna: ME11, ME12, ME13, ME14, ME15 y ME16.

Tabla 42. Coordenadas de los puntos inaccesibles de limpieza.

Código del punto de muestreo	Coordenadas
ME011	18 L 221184 8767730
ME012	18 L 221205 8767784
ME013	18 L 221467 8767650
ME014	18 L 221454 8767792
ME015	18 L 221410 8767928
ME016	18 L 221360 8768062
ME017	18 L 221205 8767784



Figura 41. Puntos de las orillas de la laguna la Encantada de difícil acceso.

5.1.A.3.5 Cuidados Mínimos Durante la Recolección de Residuos Sólidos en las Orillas de la Laguna la Encantada

En las orillas de la laguna se presentan principalmente los siguientes tipos de residuos:

- Papel (envoltorio de alimentos)
- Plástico (botellas y envoltorios)
- Vidrio (resto de envases de licores)

Es recomendable el uso de guantes de nitrilo para realizar la recolección de los residuos de papel, plástico y resto de alimentos mientras que para la recolección de restos de vidrio y metales punzo cortantes, es recomendable el uso de guantes de cuero.

Los residuos recogidos deben ser dispuestos inicialmente los cilindros de color verde (para residuos plásticos, vidrio y papel) y marrón (retos de alimentos y follaje). Es importante que los voluntarios que realicen la limpieza se contacten previamente con la municipalidad para que pueda destinar el soporte logístico y la disposición final de los residuos.

Finalmente, los datos recolectados, deben ser enviados a la municipalidad, por medio del correo electrónico munisantamaria2019@gmail.com, para que puedan realizar el seguimiento y la toma de acciones para minimizar las fuentes de contaminación.

5.1.A.4. Protocolo Para la Gestión y Caracterización de los Residuos Sólidos en los Fondos de la Laguna la Encantada

5.1.A.4.1. Introducción

En la laguna la Encantada se realizan varias actividades sobre sus aguas, tales como paseos en bote, uso de motos acuáticas y actividades de natación, sin embargo no todas estas actividades vierten residuos sólidos y líquidos que vayan a parar al fondo de la laguna, la mayor parte de los sólidos compuestos por plásticos de envoltura, papeles, botellas plásticas, latas de refresco y cerveza, entre otros que dejados por los visitantes, son arrastrados por el viento, desde las orillas hacia el fondo, quedándose como parte de los sedimentos.

La Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho, no ha contemplado dentro de sus planes, la limpieza de los fondos de la laguna la Encantada, haciéndose necesaria una limpieza de este tipo, dado que los residuos plásticos suponen una gran amenaza para la biodiversidad de aves que utilizan la laguna la Encantada como lugar de reposo o anidación.

5.1.A.4.2 Objetivo

El objetivo principal es proporcionar una herramienta de gestión que permita a las instituciones públicas (Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho), Asociaciones de pobladores y personas interesadas, obtener información respecto a los residuos sólidos que habitualmente se encuentran presente en el fondo de la laguna, así también permita tomar decisiones sobre la disposición de estos (Reducir, reciclaje y reusar).

5.1.A.4.3 Limpieza del Fondo de la Laguna la Encantada

La limpieza del fondo de la laguna se realizará tomando registro y pesaje de los residuos, esta información servirá para la gestión de la basura que se colecte.

El Material recomendable para la limpieza del fondo de la laguna la Encantada es el siguiente:

- Bolsas de color verde, para residuos aprovechables, tales como: papel y cartón, vidrio, plástico, textiles, madera, metales.
- Bolsas de color negro, para residuos no aprovechables, tales como: papel encerado, papel metalizado, cerámicos, colillas de cigarro, residuos sanitarios, pañales, paños húmedos, entre otros.
- Bolsas de color rojo, para residuos peligrosos, tales como: pilas, empaques de plaguicidas, medicinas, lámparas.

- Pala.
- Botas musleras para limpieza interna de la laguna.
- Guantes de nitrilo.
- Gorra con alas para protección solar.
- Camisa de trabajo manga larga.
- Pantalón de trabajo.
- Chaleco salvavidas para zonas profundas.
- Equipo GPS para determinar la zona que contenga la mayor parte de residuos.
- Bote para dos personas como mínimo.

En la Figura 42 se muestra un ejemplo del uso de equipos de protección personal para la limpieza del fondo de la Encantada.



Figura 42. Ejemplo de equipos de protección personal para limpieza del fondo de la laguna la Encantada.

5.1.A.4.4 Procedimiento de Limpieza del Fondo de la Laguna y Caracterización de los Residuos Sólidos.

Se recomienda realizar la recolección de los residuos sólidos en horas de la mañana, para evitar el impacto del sol, el equipo encargado de la recolección debe estar conformado por dos personas como mínimo.

La mayor parte de la laguna la Encantada que es accesible al turismo y tiene una profundidad menor a 1.5 metros. En esta zona la recolección de los residuos puede ser realizado una persona acompañada por un bote que, le de soporte logístico. La recolección debe realizarse considerando las zonas de mayor afluencia turística, tratando de no remover los sedimentos y evitar provocar perturbación del ecosistema.

Si se encuentran objetos voluminosos, mallas, cordeles, el retiro debe realizarse tomando en cuenta la seguridad de las personas y minimizar la afectación de las formaciones naturales que estén presentes.

Los juncos presentes en la laguna la Encantada, en su mayoría se encuentra en una zona poco accesible y profunda, por este motivo la limpieza debe realizarse con la ayuda de un bote, y pinzas de 2 metros de largo para recoger los plásticos que fueron arrastrados al interior de los juncos.

La limpieza de los fondos accesibles de la laguna la Encantada debe realizarse una vez por mes y para las zonas poco accesibles, debe ser programada cada dos meses.

Los residuos recolectados, deben ser pesados y clasificados usando el formato de caracterización de materia extraña en la Laguna la Encantada.

Los residuos recogidos deben ser dispuestos inicialmente en los cilindros de colores verde y marrón. Es importante que los voluntarios que realicen la limpieza se contacten previamente con la municipalidad para que pueda destinar el soporte logístico y la disposición final de los residuos.

5.1.A.4.5 Cuidados Mínimos Durante la Recolección de los Residuos en los Fondos de la Laguna la Encantada

Es recomendable el uso de guantes de nitrilo, chaleco salvavidas y la asistencia de un bote con los cuerdas y aros salvavidas que permita auxiliar al recolector cuando se encuentre en zonas mayores a 1 metro de profundidad.

Finalmente, los datos recolectados, deben ser enviados a la municipalidad, por medio del correo electrónico munisantamaria2019@gmail.com, para que puedan realizar el seguimiento y la toma de acciones para minimizar las fuentes de contaminación.

5.1.A.5 Procedimiento para Generar una Cultura de Limpieza en la Laguna la Encantada

5.1.A.5.1 Introducción

El flujo turístico que frecuenta la laguna la Encantada es considerable, La mayoría de los visitantes consumen algún alimento o bebida durante su estadía y cuyas envolturas en su mayoría plásticos son arrojados a las orillas y a los alrededores de la laguna la Encantada, de igual forma los vendedores de alimentos y bebidas no cuentan con una cultura de disposición de residuos. Actualmente en la laguna la Encantada no se tiene presencia de algún cartel

informativo, orientadores o algún tipo de información que aliente al turista a preservar el área natural, tampoco hay responsables que ayuden a orientar o fomentar la cultura de limpieza en los visitantes.

El presente procedimiento está diseñado para brindar pautas que fomenten una cultura de limpieza, preservación y que capaciten a los actores involucrados en las actividades que se realizan en la laguna la Encantada.

5.1.A.5.2 Objetivo

Alentar a los visitantes, pobladores y comerciantes a no ensuciar las orillas de la laguna la Encantada, fomentando una cultura de disposición de residuos y preservación.

Establecer canales de información entre los visitantes, comerciantes, pobladores y comerciantes.

Establecer la información y materiales que se utiliza para las difusiones, capacitaciones y actividades ambientales.

5.1.A.5.3 Ubicación de la Información Permanente

La información permanente debe constar de carteles, lo suficientemente grandes (por ejemplo, de 2x2 m²), ubicados en los puntos de concentración de los visitantes, estas zonas de concentración son las más afectadas y se encuentran identificados los puntos PA01, PA02, PA03 y PA04 en la Tabla 43 y Figura 43.

Tabla 43. Coordenadas de los puntos que se utilizan para colocar los carteles de información.

Código del punto de instalación de carteles de información.	Coordenadas
PA01	18 L 221099 8767672
PA02	18 L 220903 8767563
PA03	18 L 220779 8767800
PA04	18 L 221311 8768118



Figura 43. Puntos de las orillas de la laguna la Encantada destinadas para colocar paneles de información.

La información contenida en los carteles debe ser clara, con imágenes que proyecten información sobre la limpieza de las orillas, disposición de residuos e información de los canales de comunicación que permita al visitante informar sobre alguna mejora en la preservación del cuerpo de agua.

Por ejemplo, en la Figura 44 se puede observar la información mínima que puede colocarse en el cartel.



Figura 44. Ejemplo de cartel informativo implementado en la laguna la Encantada.

5.1.A.5.4 INFORMACIÓN Y MATERIALES PARA LAS DIFUSIONES, CAPACITACIONES Y ACTIVIDADES AMBIENTALES.

La información debe ser diseñada de manera simple y concreta, para que pueda ser distribuida y entendida rápidamente por los visitantes. Debe contener información que ayude a convencer a los visitantes a colaborar con la limpieza y preservación de la laguna la Encantada, exponiendo con imágenes de la mala disposición de los residuos, afectación en los animales y plantas del lugar.

Se debe indicar las ventajas de la conservación del cuerpo de agua y la influencia que pueden generar los visitantes con sus actos orientados a la limpieza, conservación, difusión y disposición de residuos.

Es muy importante involucrar a los pobladores en la preservación, capacitar a los líderes comunitarios para que puedan dirigir las iniciativas locales para su protección.

Ofrecer incentivos económicos a los pobladores que adopten prácticas sostenibles en sus actividades cotidianas, como agricultura y pesca responsable, que no dañen los ecosistemas de la laguna. Al involucrar a los pobladores en la preservación de la laguna, se fortalece el sentido de pertenencia y responsabilidad hacia estos ecosistemas, lo que puede conducir a una mayor sostenibilidad y cuidado a largo plazo.

En la laguna la Encantada los pobladores que deben ser considerados para las capacitaciones, realizan las siguientes actividades:

- Venta de golosinas, helados.
- Venta de helados.
- Venta de comida.
- Paseos a caballo y cuatrimotos.

Un ejemplo de información que se puede difundir como tríptico es el siguiente:



LAGUNA LA ENCANTADA NECESITA TÚ CUIDADO

La Laguna la Encantada es uno de los pocos cuerpos de agua que tiene la costa peruana, hábitat de varias especies de aves, anfibios, plantas y en los fines de semana recibe más de 100 visitantes por día. Un bello lugar requiere de tu ayuda para preservarlo y mantenerlo limpio.



Los residuos de las envolturas de tus alimentos y los envases de tus bebidas deben ser dispuestas en los cilindros ubicados en las orillas de la laguna.

Recuerda que:

- Residuos orgánicos de alimentos deben ser colocados en cilindros de color marrón.
- Residuos como plásticos, vidrios y papeles deben ser colocados en cilindros de color verde.



Sabías que, la Laguna la Encantada fue formada por la filtración de las aguas que se usan para regadío en las zonas altas de Huacho y que, la reposición de sus aguas es muy lenta y puede tardar hasta veinte años de forma natural. Este cuerpo de agua tiene una profundidad de hasta 14 metros y hay varias actividades de recreación que se realizan los fines de semana. En lo posible, los residuos que generes durante tu visita (envolturas, botellas, papeles, y restos de comida) llevarlas de vuelta a casa para disponerlos como residuo municipal.



Si visitas la laguna la Encantada, no dejes residuos en las orillas, estos pueden afectar a las aves y plantas que viven en la laguna.

Las aves pueden confundir como alimento a los plásticos, comerlos y como consecuencia enfermar y perder la vida.

Colabora con la limpieza de la laguna la Encantada y evita que varios seres que habitan en este lugar sean afectados por la contaminación.



Si acampas en las orillas, no utilices los juncos como combustible, ni dejes basura sobre ellos, los juncos sirven como refugio para varios animales y si dañamos estas plantas, los afectaras.

No invadas el hábitat de las aves, muchas de ellas utilizan los juncos para colocar sus nidos, y criar a sus polluelos.



5.2. Costos de la Propuesta

La propuesta tiene dos tipos de costos significativos, los cuales son: costos de implementación especificado en la tabla 38 y costos de actividades de mantenimiento y especificado en la tabla 44.

Tabla 44. Costo de la implementación de las herramientas de gestión del presente estudio.

Presupuesto	Costo
Servicios	S/
Texto Único de Procedimientos Administrativos - "AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA", 2023. Permiso de uso de agua es un derecho para riego.	140.30
Evaluación legal de derechos de agua (Revisión de licencias, permisos y compatibilidad normativa (consultoría especializada)	6000
Análisis de riesgos y simulación de escenarios (Identificación de vulnerabilidades y desarrollo de escenarios combinados)	10000
04 personal para apoyo (por 30 días por persona) de construcción de canal de conexión entre la laguna encantada y el canal principal de regadío (500 metros de canal)	18000
Materiales de construcción de dos esclusas para el ingreso y salida del agua al canal de alimentación de agua de la laguna Encantada	6000

(cemento, fierro, piedra chancada, palas, picos y equipos de protección personal)	
Alquiler de cargador frontal para construcción de canal de conexión.	18000
Servicio de internet (mes)	120
Impresiones preliminares	50
Transportes (Taxis)	70
Capacitaciones a la población por parte de especialistas en preservación de la laguna Encantada	1000
Pagos por derecho del uso de agua para reponer el volumen perdido por la laguna Encantada (25.8 Ha)	811607
Servicio de análisis de muestras, en los parámetros de estudio	3000
Materiales: pancartas, papel bond, anillados.	550
Imprevistos 10%	84233.7
Costo Total de la implementación (S/)	942571.1

Para el mantenimiento de la laguna Encantada, luego de la recuperación del volumen de agua y sus áreas de esparcimiento, en el presente estudio se consideró los costos de las actividades que deben ejecutarse según detalle indicado en la tabla 45.

Tabla 45. Costos de actividades de mantenimiento del presente estudio.

Actividad de mantenimiento	Costo S/
Limpieza del canal de regadío (limpieza y habilitación)	200
Mantenimiento de las esclusas (prevención de la corrosión)	100
Limpieza de las orillas de la laguna (cuatro personas por un día al mes)	400
Limpieza de los fondos de la laguna (cuatro personas por un día al mes)	480
Recojo de residuos sólidos provenientes de la limpieza de la laguna	100
Uso de agua para mantener el volumen de la laguna	3381.7
Actividades de capacitación y difusiones de información orientada a la preservación de la laguna	1000
Análisis de la calidad del agua (una vez al año: 1200 S/)	120
Imprevistos 10%	578.17
Costo Total del mantenimiento por mes (S/)	6359.17

5.3. Beneficios que Aporta la Propuesta

Los beneficios que aportará la implementación de las herramientas de gestión, es la de conservar la laguna Encantada, volver a realizar deportes acuáticos, incremento de turismo en la zona y la creación de una actividad económica sostenible.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos evidencian que la calidad del agua de la Laguna La Encantada presenta alteraciones significativas en sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, atribuibles a la influencia de actividades antrópicas desarrolladas en su entorno, tales como agricultura, ganadería, turismo y vertimiento de residuos, lo cual limita su aptitud para determinados usos recreativos, agrícolas y ambientales.
2. Se determinó una alta presencia de residuos sólidos en las orillas de la laguna, especialmente en zonas de mayor afluencia turística, lo que evidencia una inadecuada gestión de residuos y una presión antrópica directa sobre el ecosistema, contribuyendo a su degradación progresiva.
3. El análisis comparativo de los parámetros evaluados permite establecer que las actividades antrópicas inciden de manera directa en la variación de la calidad del agua, generando incrementos en carga orgánica, sólidos disueltos y parámetros asociados a contaminación, lo cual confirma la relación entre uso del entorno y deterioro del recurso hídrico.

Las herramientas de gestión propuestas orientadas al control de la contaminación, manejo de residuos sólidos, educación ambiental y articulación institucional, se encuentran alineadas con los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos y responden a las problemáticas identificadas en el área de estudio.

4. En función de los resultados obtenidos, se identifican debilidades en los mecanismos de gestión, control y articulación entre actores vinculados al uso del recurso hídrico, lo que refleja limitaciones en la gobernanza ambiental del sistema de la laguna Encantada.

En este contexto, las herramientas de gestión propuestas constituyen medidas técnicas que, de ser implementadas, contribuirían al fortalecimiento de la gobernanza del recurso hídrico; sin embargo, dicho fortalecimiento requiere ser evaluado mediante indicadores específicos en estudios posteriores que permitan medir su efectividad.

5. Se determinó que en marzo del año 2021, la cantidad de materia extraña presente en las orillas de la laguna la Encantada era de 6.8 kilos aproximadamente, para minimizar la materia extraña, como herramienta de gestión se implementaron contenedores para residuos orgánicos y residuos generales (plásticos, vidrios, papeles) tomando como lineamiento el Protocolo de Limpieza y Mantenimiento de la Laguna la Encantada-Huacho propuesto en el ítem 5.1.A del presente estudio, se distribuyó información a los visitantes y a la municipalidad, logrando disminuir en un 88% la presencia de materia extraña en las orillas, y como consecuencia se obtuvo orillas más limpias y se aprecia una recuperación visual de las orillas.
6. Se determinó las características fisicoquímicas del agua de la laguna la Encantada en marzo del año 2021 y en febrero del 2022, evidenciándose que, la concentración de los metales ha aumentado, en comparación al año 2008 (ver Tesis: Impacto antrópico sobre los humedales el paraíso, Medio Mundo y la Encantada, Huaura, Lima – Perú, 2007 - 2008). Este aumento en las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos, se debe a la disminución del volumen de agua. Por ejemplo, la concentración de Boro en marzo del 2021 es en promedio 5.7 mg/L, Molibdeno en 0.084 mg/L, DQO en 63 mg/L y

conductividad en 9800 mg/L, que podrían afectar a los bañistas que acostumbran sobre todo en verano visitar la laguna la Encantada.

7. Se determinó que el volumen perdido por la laguna la Encantada desde diciembre del año 2018 a marzo del 2021 es de 775 176.0 m³, volumen considerable cuya pérdida afecta a toda la biodiversidad de la laguna la Encantada, por ejemplo, la afectación de los juncos es notable afectando al hábitat de las aves de la zona.
8. Se determinó la existencia de un canal de regadío de agua superficial proveniente del río Huaura y que se encuentra a 550 metros de la laguna la Encantada, que provee de agua a las parcelas cercanas, el caudal promedio de agua que fluye por el canal es de 0.38 m³/s, para recuperar el nivel de la laguna la Encantada a uno similar que tenía en el año 2019, se requiere que este canal pueda alimentar de agua por 24 días de forma continua a la laguna Encantada para que recupere el volumen que tenía a inicios del año 2020.
9. En conjunto, la gestión sustentable del agua en la Laguna La Encantada requiere la implementación de medidas estructuradas basadas en la evidencia del presente estudio, así como la articulación efectiva entre autoridades, comunidad local y actores involucrados, a fin de reducir la presión antrópica y garantizar la conservación del ecosistema en el largo plazo.

RECOMENDACIONES

1. Los procedimientos propuestos en este estudio, para la limpieza de la laguna la Encantada, es recomendable que su implementación sea liderada por la Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho, por ser la principal institución del estado responsable de la preservación de este cuerpo de agua.
2. La laguna la Encantada es un cuerpo de agua de reposición lenta, por este motivo es recomendable no utilizar sus aguas para otras actividades que involucren su consumo, por ejemplo, para regadío agrícola o construcción.
3. Se recomienda realizar la inyección de agua superficial lo antes posible, para evitar la degradación que actualmente está sufriendo la vegetación que se encuentra en la laguna la Encantada.
4. Promover en la población de los alrededores, la cultura de preservación de la biodiversidad presente en la laguna la Encantada.
5. Incluir en el Programa Municipal de Educación Cultura y Ciudadanía Ambiental de la Municipalidad Distrital de Santa María, incentivos para actividades y premiaciones, las campañas de limpieza de las orillas y fondos de la laguna la Encantada, que involucre a la población y estudiantes de la

carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Faustino Sanchez Carrión.

6. En el Plan Estratégico Institucional 2024-2027, de la Municipalidad Distrital de Santa María, no se encuentra incluido un indicador que promueva la conservación y gestión sustentable de la laguna la Encantada, el presente estudio busca impactar en los funcionarios de los Departamentos de Educación, Cultura, Deporte y Turismo, y Departamento De Salud, Ecología, Medio Ambiente, Inocuidad Alimentaria, Transporte Y Comercialización, para que consideren dentro de sus indicadores alguno que involucre a la laguna la Encantada.
7. La Universidad Nacional Faustino Sanchez Carrión, cuenta con la Facultad de Ingeniería Agraria, Industria Alimentaria y Ambiental. En la carrera de Ingeniería Ambiental, parte de la malla curricular contiene los cursos de: Contaminación Ambiental (II ciclo), Gestión y Auditoría Ambiental (VII ciclo), Planificación y Gestión Ambiental (IX ciclo), Evaluación del Impacto Ambiental (X ciclo). En estos cursos se puede tratar el caso de la gestión sustentable de la laguna Encantada, a ser un cuerpo de agua que se encuentra a tres kilómetros de la universidad, se convierte en un caso de estudio que involucra a los profesores y alumnos de la zona, con el fin de tomar conciencia ambiental y fomentar, el desarrollo de ideas y tecnología que ayudaría la preservación del cuerpo de agua.
8. Involucrar a los actores privados que utilizan a la laguna la Encantada dentro de su circuito turístico, para que difundan la cultura de preservación del cuerpo de agua.

9. Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas de la laguna la Encantada con una periodicidad de un año, para utilizarlo como herramienta de gestión.
10. Colocar información y senderos para que los turistas no ingresen en zonas de vegetación (juncos), donde anidan las aves y se afectaría su habitat.
11. En las zonas que naturalmente los visitantes utilizan para pasear y tomarse fotos por las características visuales y paisajísticas, habilitar infraestructura para la concentración y recreación, tales como sombrillas, asientos y comedores en los puntos detectados en la Tabla 12.
12. La Municipalidad Distrital de Santa María de Huacho es la encargada de velar por la conservación de este cuerpo de agua, sin embargo, su presencia es mínima y solo se limita a la limpieza ocasional de las orillas, se sugiere realizar una limpieza más exhaustiva de los fondos de la laguna la Encantada, realizar vigilancia continua de la zona, con el fin de decomisar motobombas y recipientes que se utilizan para la extracción de las aguas.
13. Se propone construir un canal de conexión con el canal de regadío principal que pasa a 550 metros de la laguna la Encantada, con la finalidad de abastecerla del agua superficial del río Huaura que, llega a través del canal de regadío.

Se propone suministrar agua a la laguna la Encantada del canal ubicado a 550 metros, con suministro constante del 10% del caudal que circula por el canal de regadío por día ($32832 \text{ m}^3/\text{día}$), se podrá recuperar el nivel de agua de la laguna la Encantada en un año aproximadamente.

14. En el contexto de la Laguna La Encantada, el uso del recurso hídrico se encuentra regulado por la Ley de Recursos Hídricos (Ley N.° 29338) y su reglamento, los cuales establecen que todo aprovechamiento del agua debe contar con un derecho otorgado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), bajo la forma de licencia, permiso o autorización.

De acuerdo con las actividades identificadas en el área de estudio, principalmente agricultura, ganadería, recreación y usos asociados al turismo, es probable la existencia de derechos de uso de agua previamente otorgados, así como usos informales no regularizados. Esta situación configura un escenario potencial de superposición de intereses sobre el recurso hídrico, lo cual podría generar conflictos en caso de implementarse medidas de gestión que restrinjan, modifiquen o condicionen dichos usos.

Se recomienda realizar una evaluación legal detallada sobre los derechos de uso de agua existentes en la Laguna La Encantada, a fin de verificar la compatibilidad de las medidas propuestas con la Ley de Recursos Hídricos y prevenir posibles conflictos derivados de derechos previamente otorgados.

Asimismo, se recomienda incorporar un enfoque de gestión de riesgos que contemple la evaluación de escenarios externos combinados, tales como sismos, fallas en el suministro eléctrico y afectación de la accesibilidad vial, con la finalidad de identificar vulnerabilidades del sistema y establecer medidas de contingencia para asegurar la continuidad de la gestión ambiental del recurso hídrico.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Secretaría de la Convención de Ramsar. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) 6ª edición*. Gland (Suiza).
2. República, C. d. (21 de Abril de 2017). Ley General del Ambiente LEY N° 28611. Lima, Perú.
3. SERFOR. (19 de Diciembre de 2018). Lineamientos para la Identificación de los Ecosistemas Frágiles y su Incorporación en la Lista Sectorial de Ecosistema Frágiles. Perú.
4. República, C. d. (24 de Setiembre de 2015). Ley Forestal y de Fauna Silvestre.
5. Municipalidad Provincial de Huaura. (Julio de 2009). https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/12122/PLAN_12122_Plan_de_Desarrollo_Concertado_2011.pdf.
6. Atanacio Rojas, R. A. (2018). *Determinación de los parámetros físico Químicos para evaluar la calidad de agua en la Laguna la Encantada provincia de Huaura*. Huacho, Perú.

7. Autoridad Nacional del Agua. (2014). *Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas*. (Ministerio de Agricultura y Riego, & Autoridad Nacional del Agua, Edits.) Huaraz, Perú.

8. Salud, D. G. (2011). Directiva Sanitaria que Establece el Procedimiento para la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano . Lima, Perú.

9. Minas, M. d. (31 de julio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. *DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*.

10. Autoridad Nacional del Agua; Observatorio del agua;. (2018). *Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas del Chillón, Rímac y Lurín 2016/2017*. Lima, Perú.

11. Universidad Nacional Autónoma de México. (2018). *Estudio sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*. México, D.F, México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

12. Ministerio de Agricultura y Riego; Autoridad Nacional del Agua;. (2018). *Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales*. Lima, Perú.

13. Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales* (Vol. 1). Lima, Lima, Perú.

14. República, P. C. (25 de Marzo de 2013). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

15. Calero, K. G. (2015). *El Medio Ambiente y los Recursos Naturales*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

16. INACAL, D. d. (18 de Marzo de 2019). GESTIÓN DE RESIDUOS. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos. Perú.

17. Mariano, M., Huaman, P., Mayta , E., Montoya, H., & Chanco, M. (2010). Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas. *Revista Peruana de Biología de la Universidad Nacional de San Marcos*, 137-140.

18. Minas, M. d. (31 de julio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. *DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*.

19. Quirós, R. (Mayo de 2007). Manejo y recuperación de lagos urbanos. (FAUBA, Ed.) Buenos Aires, Argentina.

20. Salud, D. G. (2011). Directiva Sanitaria que Establece el Procedimiento para la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano . Lima, Perú.

21. (Fundación Global Nature, 2020) <https://fundacionglobalnature.org/la-red-internacional-living-lakes-declara-labufera-lago-amenazado-2020/>

22. (Emgrisa, 2020) <https://www.emgrisa.es/proyectos/trabajos-recuperacion-de-la-laguna-contaminada-de-arganda/>

23. Aguilar, A. M. (2021). Las acciones de los niveles de gobierno frente a la contaminación de la sub cuenca rio katari y bahía cohana del lago titicaca, gestión 2014-2018. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.

24. Perez Fernandez, C. A., Romero Jaldín, A. M., & Montaña Mérida, R. (2020). Estudio de caso de la laguna Alalay, Bolivia: trece años de dinamica ambiental en una laguna eutrofizada. (AIDIS, Ed.) REVISTA AIDIS, 13(3), 17. doi:<http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.3.68194>.
25. Castro Fonseca, A. D. (2018). Caracterización y análisis de la calidad del agua del lago de. Universidad de los Andes. Bogotá: Facultad de Ingenieria Departamento de Ingenieria Civil y Ambiental Bogotá.
26. García Miranda, F. G., & Miranda Rosales, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. 2, 15. Obtenido de <https://ru.iiec.unam.mx/4269/>
27. (ILEC, 2005) <https://www.ilec.or.jp/en/>
28. Andrei Jouravlev, Silvia Saravia Matus y Marina Gil Sevilla(2021). Reflexiones sobre la gestión del agua en America Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
29. Global Nature Found (2004). Restauración de Humedales, Manejo Sostenible de Humedales y Lagos Someros. Programa LIFE de la Unión Europea, Dirección General de Medio Ambiente. Radolfzell, Alemania.
30. James N. Miller & Jane C. Miller (2002). Estadística y Quimiometría para Química Analítica, España.
31. David R. Anderson, Dennis J. Sweeney & Thomas A. Williams (2008). Estadística para Administración y Economía, Mexico.

32. Carlos Ernesto Flores Tapia y Karla Lisette Flores Cevallos (2021). Pruebas para Comprobar la Normalidad de Datos en Procesos Productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk Y Kolmogórov-Smirnov. Societas. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas, vol. 23, núm. 2, Panama.
33. S. Sühring (2016). Comparaciones Múltiples de Medias. Facultad de Ciencias Naturales UNSA.
34. Jorge Dagnino S. (2014). Análisis de Varianza. División de Anestesiología. Pontificia Universidad Católica de Chile.
35. Pineda Lázaro, A., et al. (2019): Calidad microbiológica de la laguna “La Encantada”, Santa María. Revista Big Bang Faustiniiano (UNJFSC).
36. Sota Cano, A. F., et al. 2023: Caracterización microbiológica del cuerpo de agua de los humedales en Perú. Revista de Investigación Hatun Yachay Wasi.
37. Juan Manuel Carlos Villarreal, 2024: Alternativas de Fitorremediación de Humedales en la Zona Costera del Norte Chico en la Provincia de Huaura Departamento de Lima – Perú 2024. Vitalia (Revista científica y académica)
38. Dennis Salvador Argueta Mayorga, 2024: Evaluación de la Calidad del Agua y los Efectos Antropogénicos sobre Sistemas Lénticos. Caso: Laguna de Calderas, San Vicente Pacaya, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala (tesis).
39. Paredes Reyes, Lucero Alejandra, 2009: Estudio de la calidad del agua de la laguna de acúleo y análisis del sedimento, Universidad de Chile (tesis).
40. Marcos Gonzales Llenque, 2024: Criterios de sostenibilidad arquitectónicos ambientales para la recuperación y activación turística natural de los humedales La Bocana San José, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo -Chiclayo (tesis)
41. Daniela Changanaqui Alfaro, 2023: Conservación Del Humedal Ramsar Pantanos De Villa: Monitoreos Ambientales, Universidad Nacional Agraria la Molina (Tesis)

42. American Public Health Association (APHA). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd ed.).
43. Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD). (2004). Enfoque por ecosistemas.
44. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253–260.
45. Global Water Partnership (GWP). (2000). Integrated Water Resources Management.
46. Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible.
47. UNESCO. (2009). Water in a Changing World.
48. Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd ed.). Academic Press.
49. Lewis, W. M. (1987). *Temperate lake ecosystems*. Springer.
50. Tao, X.-F., Huang, T., Li, X.-F., & Peng, D.-P. Application of a PCA based water quality classification method in water quality assessment in the Tongjiyan Irrigation Area, China. Atlantis Press, 2016.

7. ANEXOS

Anexo I: Formato de caracterización de materia extraña en la laguna la Encantada.

FORMATO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIA EXTRAÑA EN LA LAGUNA ENCANTADA			
Correo de la Municipalidad Distrital de Santa María:		munisantamaria2019@gmail.com	
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
TIPO DE MATERIA EXTRAÑA	UNIDAD	PESO EN GRAMOS	OBSERVACIONES
PLÁSTICO			
PAPEL			
COLILLAS DE CIGARRO			
CÁSCARAS DE FRUTA			
PALITOS DE CHUPETE Y HELADOS			
VIDRIO			
OTROS (Chapas, metal, clavos, mascarillas)			
UNIDADES TOTALES DE MATERIA EXTRAÑA			
PESO TOTAL EN GRAMOS DE MATERIA EXTRAÑA			
* El formato lleno debe ser enviado al correo: munisantamaria2019@gmail.com, para el tratamiento de datos			

Anexo II: FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO (SÁBADO 21 DE NOVIEMBRE DEL 2020)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME01		
TIPO DE MUESTRA:	S		
CLASE DE MUESTRA:	R		
L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor			
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767856	ESTE:	220702
		ZONA:	18L
ALTITUD:	150		
			

Figura ME01. Ficha de identificación de punto de monitoreo M01.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME02		
TIPO DE MUESTRA:	S		L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico
CLASE DE MUESTRA:	R		E: Efluente R: Receptor
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
UBICACIÓN			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaora		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)			
NORTE:	8767834	ESTE:	220736
		ZONA:	18L
ALTITUD:	148		
			

Figura ME02. Ficha de identificación de punto de monitoreo M02.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME03		
TIPO DE MUESTRA:	S	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R: Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
UBICACIÓN			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)			
NORTE:	8767936	ESTE:	220721
		ZONA:	18L
ALTITUD:	154		
			

Figura ME03. Ficha de identificación de punto de monitoreo M03.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME04		
TIPO DE MUESTRA:	S	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R: Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767940	ESTE:	220724
ALTITUD:	155	ZONA:	18L
			

Figura ME04. Ficha de identificación de punto de monitoreo M04.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME05		
TIPO DE MUESTRA:	S		
CLASE DE MUESTRA:	R		
L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor			
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767978	ESTE:	220705
		ZONA:	18L
ALTITUD:	150		
			

Figura ME05. Ficha de identificación de punto de monitoreo M05.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME06		
TIPO DE MUESTRA:	S	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor	
CLASE DE MUESTRA:	R		
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8768021	ESTE:	220712
ZONA:		18L	
ALTITUD:	154		
			

Figura ME06. Ficha de identificación de punto de monitoreo M06.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME07		
TIPO DE MUESTRA:	S	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor	
CLASE DE MUESTRA:	R		
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8768116	ESTE:	220936
ZONA:		18L	
ALTITUD:	155		
			

Figura ME07. Ficha de identificación de punto de monitoreo M07.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME08		
TIPO DE MUESTRA:	S		
CLASE DE MUESTRA:	R		
L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor			
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros).		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8768184	ESTE:	221129
		ZONA:	18L
ALTITUD:	156		
			

Figura ME08. Ficha de identificación de punto de monitoreo M08.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME09	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor	
TIPO DE MUESTRA:	S		
CLASE DE MUESTRA:	R		
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767726	ESTE:	220873
		ZONA:	18L
ALTITUD:	144		
			

Figura ME09. Ficha de identificación de punto de monitoreo M09.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME10		
TIPO DE MUESTRA:	S	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor	
CLASE DE MUESTRA:	R		
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros).		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767736	ESTE:	220866
		ZONA:	18L
ALTITUD:	156		
			

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE MATERIA EXTRAÑA (SÁBADO 27 DE MARZO DEL 2021)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME01		
TIPO DE MUESTRA:	S	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R:Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767856	ESTE:	220702
		ZONA:	18L
ALTITUD:	150		
			

Figura ME01. Ficha de identificación de punto de monitoreo M01.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME02		
TIPO DE MUESTRA:	S		
CLASE DE MUESTRA:	R		
L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor			
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros).		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767834	ESTE:	220736
ZONA:	18L		
ALTITUD:	148		
			

Figura ME02. Ficha de identificación de punto de monitoreo M02.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME03		
TIPO DE MUESTRA:	S	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R:Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
UBICACIÓN			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)			
NORTE:	8767936	ESTE:	220721
ALTITUD:	154	ZONA:	18L
			

Figura ME03. Ficha de identificación de punto de monitoreo M03.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME04		
TIPO DE MUESTRA:	S	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R: Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros).		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767940	ESTE:	220724
		ZONA:	18L
ALTITUD:	155		
			

Figura ME04. Ficha de identificación de punto de monitoreo M04.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO						
NOMBRE DEL LUGAR PROCEDENCIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">LAGUNA ENCANTADA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">HUACHO</td> </tr> </table>			LAGUNA ENCANTADA	HUACHO	
LAGUNA ENCANTADA						
HUACHO						
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO						
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">ME05</td> </tr> </table>			ME05		
ME05						
TIPO DE MUESTRA:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">S</td> <td rowspan="2" style="font-size: 0.8em; padding: 2px;">L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico E: Efluente R:Receptor</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">R</td> </tr> </table>			S	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico E: Efluente R:Receptor	R
S	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico E: Efluente R:Receptor					
R						
CLASE DE MUESTRA:						
DESCRIPCIÓN:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.</td> </tr> </table>			Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.						
UBICACIÓN						
DISTRITO:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Santa María</td> </tr> </table>			Santa María		
Santa María						
PROVINCIA:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Huaura</td> </tr> </table>			Huaura		
Huaura						
DEPARTAMENTO:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Lima</td> </tr> </table>			Lima		
Lima						
ACCESIBILIDAD:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa</td> </tr> </table>			Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa						
COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)						
NORTE:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">8767978</td> </tr> </table>	8767978	ESTE:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">220705</td> </tr> </table>	220705	
8767978						
220705						
ZONA:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">18L</td> </tr> </table>		18L		
18L						
ALTITUD:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">150</td> </tr> </table>			150		
150						
						

Figura ME05. Ficha de identificación de punto de monitoreo M05.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME06		
TIPO DE MUESTRA:	S	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R:Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8768021	ESTE:	220712
		ZONA:	18L
ALTITUD:	154		
			

Figura ME06. Ficha de identificación de punto de monitoreo M06.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME07		
TIPO DE MUESTRA:	S	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R:Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8768116	ESTE:	220936
		ZONA:	18L
ALTITUD:	155		
			

Figura ME07. Ficha de identificación de punto de monitoreo M07.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME08	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor	
TIPO DE MUESTRA:	S		
CLASE DE MUESTRA:	R		
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros).		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8768184	ESTE:	221129
ZONA:		18L	
ALTITUD:	156		
			

Figura ME08. Ficha de identificación de punto de monitoreo M08.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME09		
TIPO DE MUESTRA:	S	L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R: Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros.		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huauro		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767726	ESTE:	220873
		ZONA:	18L
ALTITUD:	144		
			

Figura ME09. Ficha de identificación de punto de monitoreo M09.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	ME10		
TIPO DE MUESTRA:	S		
CLASE DE MUESTRA:	R		
L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor			
DESCRIPCIÓN:	Materia extraña (plástico, papel, vidrio, colillas de cigarro, palitos de chupete o helado, cáscaras de fruta, otros).		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767736	ESTE:	220866
	ZONA:		18L
ALTITUD:	156		
			

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE AGUA (SÁBADO 27 DE MARZO DEL 2021)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	L01		
TIPO DE MUESTRA:	L	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico E: Efluente R:Receptor	
CLASE DE MUESTRA:	R		
DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua superficial		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767732	ESTE:	220874
		ZONA:	18L
ALTITUD:	150		
			

Figura L01. Punto de monitoreo de agua L01.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
<u>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO</u>			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	L02		
TIPO DE MUESTRA:	L		
CLASE DE MUESTRA:	R		
L: Líquido G: Gaseoso S: Sólido B: Biológico E: Efluente R: Receptor			
DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua superficial		
<u>UBICACIÓN</u>			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
<u>COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)</u>			
NORTE:	8767798	ESTE:	220971
		ZONA:	18L
ALTITUD:	150		
			

Figura L02. Punto de monitoreo de agua L02.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO						
NOMBRE DEL LUGAR PROCEDENCIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LAGUNA ENCANTADA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">HUACHO</td> </tr> </table>			LAGUNA ENCANTADA	HUACHO	
LAGUNA ENCANTADA						
HUACHO						
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO						
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">L03</td> </tr> </table>			L03		
L03						
TIPO DE MUESTRA:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">L</td> <td rowspan="2" style="font-size: 0.8em; padding: 2px;">L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico E: Efluente R:Receptor</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">R</td> </tr> </table>			L	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico E: Efluente R:Receptor	R
L	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico E: Efluente R:Receptor					
R						
CLASE DE MUESTRA:						
DESCRIPCIÓN:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Muestra de agua superficial</td> </tr> </table>			Muestra de agua superficial		
Muestra de agua superficial						
UBICACIÓN						
DISTRITO:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Santa María</td> </tr> </table>			Santa María		
Santa María						
PROVINCIA:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Huaaura</td> </tr> </table>			Huaaura		
Huaaura						
DEPARTAMENTO:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Lima</td> </tr> </table>			Lima		
Lima						
ACCESIBILIDAD:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa</td> </tr> </table>			Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa		
Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado o Pampa						
COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)						
NORTE:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">8767903</td> </tr> </table>	8767903	ESTE:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">221087</td> </tr> </table>	221087	
8767903						
221087						
		ZONA:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">18L</td> </tr> </table>	18L		
18L						
ALTITUD:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">150</td> </tr> </table>			150		
150						
						

Figura L03. Punto de monitoreo de agua L03.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO			
NOMBRE DEL LUGAR	LAGUNA ENCANTADA		
PROCEDENCIA	HUACHO		
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	L04		
TIPO DE MUESTRA:	L	L:Líquido G:Gaseoso S:Sólido B: Biológico	
CLASE DE MUESTRA:	R	E: Efluente R:Receptor	
DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua superficial		
UBICACIÓN			
DISTRITO:	Santa María		
PROVINCIA:	Huaura		
DEPARTAMENTO:	Lima		
ACCESIBILIDAD:	Pampa de Animas Alta, entre la cadena de cerros denominada Cerro Colorado		
COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)			
NORTE:	8767987	ESTE:	221186
		ZONA:	18L
ALTITUD:	150		
			

Anexo III: LISTA DE METODOS UTILIZADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
Oxígeno disuelto "in situ"	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 4500-O-H, 23rd Ed. 2017
pH "in situ"	ud. pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017
Temperatura del agua "in situ"	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017
Conductividad a 25°C	μS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017
Demanda bioquímica de oxígeno	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017
Demanda química de oxígeno	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017
Sólidos totales disueltos (STD)	mg STD/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017
Sólidos totales en suspensión (TSS)	mg TSS/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017
Aluminio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Antimonio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Arsénico total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Bario total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Berilio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Boro total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Cadmio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Calcio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Cobalto total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Cobre total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Cromo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Estaño total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017

Estroncio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Hierro total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Litio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Magnesio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Manganeso total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Mercurio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Molibdeno total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Níquel total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Plata total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Plomo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Potasio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Selenio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Silicio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Sodio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Talio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Titanio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Vanadio total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Zinc total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017
Numeración de coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23rd Ed. 2017
Numeración de coliformes totales	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017