

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación de riesgos ambientales en la laguna
de Paca debido a las descargas de las aguas
residuales - Jauja 2021**

Luz Esmeralda Carhuas Leonardo
Estefani Luisa Olarte Salvador

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ASESOR

Ing. Mirjana Alice Porlles Arteaga

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos vivir y disfrutar cada día de nuestras vidas, por ser guía de nuestra existencia, y por ser nuestra fortaleza infaltable en momentos difíciles y tristes.

Gracias a nuestras madres: Catalina y Celia, por ser quienes creyeron en nuestros sueños, por confiar en nuestras expectativas, por inculcarnos consejos, valores y principios los cuales nos ha valido para ser profesionales.

De igual forma, queremos expresar nuestro agradecimiento a los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Continental, en especial a la Ing. Mirjana Porlles por el asesoramiento de la presente tesis.

Finalmente expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestros amigos que poco a poco se convirtieron en nuestra familia, con los que compartimos muchas experiencias.

DEDICATORIA

A Dios, por darnos la dicha de la vida.

A nuestros padres, por su amor y comprensión.

A nuestros docentes, por su dedicación y
paciencia.

ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia.....	4
1.3.1. Justificación ambiental	4
1.3.2. Justificación social.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.1.3. Antecedentes locales	12
2.2. Bases teóricas	14
2.2.1. Agua.....	14

2.2.2.	Riesgos ambientales	15
2.2.3.	Evaluación de riesgos ambientales.....	15
2.2.4.	Metodología del Ministerio del Ambiente (MINAM)	16
2.2.5.	Fuentes de contaminación	16
2.2.6.	Aguas residuales	16
2.2.6.1.	Tipología de las aguas residuales	17
2.2.7.	Calidad de agua	17
2.2.8.	Estándar de Calidad Ambiental.....	20
2.2.9.	Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua	21
2.2.10.	Agricultura.....	22
2.2.11.	Ganadería.....	22
2.3.	Definición de términos	22
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		24
3.1.	Métodos y alcances de la investigación	24
3.1.1.	Método general.....	24
3.1.2.	Método específico	24
3.1.3.	Tipo de la investigación	24
3.1.4.	Nivel de la investigación	25
3.2.	Población y muestra	25
3.2.1.	Población	25
3.2.2.	Muestra	25
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.3.1.	Técnicas de recolección de datos.....	28
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		39
4.1.	Identificación de las fuentes de riesgo relacionados a los vertimientos de las aguas residuales de la laguna de Paca	39
4.2.	Otras fuentes.....	47

4.2.1. Actividad ganadera y agrícola.....	47
4.3. Análisis de riesgos ambientales	48
4.4. Evaluación.....	51
4.4.1. Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la laguna de Paca en el año 2019.....	52
4.5. Evaluación de riesgos ambientales para cada entorno	72
4.6. Discusión de resultados.....	96
CONCLUSIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Mapa de monitoreo de agua en la laguna de Paca.....	27
Figura 02. Consideraciones técnicas para la recopilación de información.....	30
Figura 03. Dirección de la evaluación de riesgos ambientales.....	30
Figura 04. Estimación del riesgo ambiental.....	37
Figura 05. Mapa de ubicación de fuentes de riesgo en los alrededores de la laguna de Paca - Jauja.....	48
Figura 06. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 1.....	54
Figura 07. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 2.....	57
Figura 08. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 3.....	60
Figura 09. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 4.....	63
Figura 10. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 5.....	66
Figura 11. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 6.....	69
Figura 12. Gráfico para el parámetro biológico analizado en todos los puntos.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Distribución del agua.....	14
Tabla 02. Categoría 4 - Conservación del ambiente acuático.....	21
Tabla 03. Puntos de monitoreo en la laguna de Paca.....	26
Tabla 04. Causas y efectos de los peligros ambientales.....	29
Tabla 05. Elementos de riesgo y parámetros de evaluación.....	29
Tabla 06. Formulación de escenarios.....	31
Tabla 07. Rangos de probabilidad.....	31
Tabla 08. Estimación de la gravedad de la consecuencia.....	32
Tabla 09. Valoración de las consecuencias del descriptor cantidad.....	33
Tabla 10. Valoración y rangos de las consecuencias.....	34
Tabla 11. Entorno Humano.....	34
Tabla 12. Entorno Ecológico.....	35
Tabla 13. Entorno Socioeconómico.....	35
Tabla 14. Valoración de los escenarios identificados.....	36
Tabla 15. Escala de estimación del riesgo.....	37
Tabla 16. Ubicación del pozo séptico 1.....	40
Tabla 17. Ubicación del pozo séptico 2.....	40
Tabla 18. Ubicación del pozo séptico 3.....	41
Tabla 19. Ubicación del pozo séptico 4.....	41
Tabla 20. Ubicación del pozo séptico 5.....	42
Tabla 21. Ubicación del pozo séptico 6.....	42
Tabla 22. Ubicación del pozo séptico 7.....	43
Tabla 23. Ubicación del pozo séptico 8.....	43
Tabla 24. Ubicación del pozo séptico 9.....	44
Tabla 25. Ubicación del pozo séptico 10.....	44
Tabla 26. Ubicación del pozo séptico 11.....	45
Tabla 27. Ubicación de los pozos sépticos 12.1 y 12.2.....	45
Tabla 28. Ubicación del pozo séptico 13.....	46
Tabla 29. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Paca.....	47
Tabla 30. Ubicación del canal de riego.....	47
Tabla 31. Identificación de peligros.....	49
Tabla 32. Formulación de escenarios de riesgo.....	51
Tabla 33. Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 1.....	52

Tabla 34. Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 2.....	55
Tabla 35. Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 3.....	58
Tabla 36. Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 4.....	61
Tabla 37. Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 5.....	64
Tabla 38. Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 6.....	67
Tabla 39. Parámetro microbiológico analizado en todos los puntos.....	70
Tabla 40. Consolidado de los resultados de los parámetros analizados.....	71
Tabla 41. Cuadro de porcentaje de excedencia a la normativa.....	72
Tabla 42. Valoración de la consecuencia del fósforo total para el Entorno Humano.....	74
Tabla 43. Valoración de la consecuencia del nitrógeno total para el Entorno Humano.....	75
Tabla 44. Valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales para el Entorno Humano.....	77
Tabla 45. Valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes para el Entorno Humano.....	78
Tabla 46. Consolidado de la evaluación del Entorno Humano.....	80
Tabla 47. Valoración de la consecuencia del fósforo total para el Entorno Ecológico.....	80
Tabla 48. Valoración de la consecuencia del nitrógeno total para el Entorno Ecológico.....	82
Tabla 49. Valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales para el Entorno Ecológico.....	83
Tabla 50. Valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes para el Entorno Ecológico.....	85
Tabla 51. Consolidado de la evaluación del Entorno Ecológico.....	86
Tabla 52. Valoración de la consecuencia del fósforo total para el Entorno Socioeconómico.....	87
Tabla 53. Valoración de la consecuencia del nitrógeno total para el Entorno Socioeconómico.....	88
Tabla 54. Valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales para el Entorno Socioeconómico.....	90
Tabla 55. Valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes para el Entorno Socioeconómico.....	91
Tabla 56. Consolidado de la evaluación del Entorno Socioeconómico.....	93
Tabla 57. Equivalencia porcentual para el Entorno Humano.....	94
Tabla 58. Equivalencia porcentual para el Entorno Ecológico.....	94
Tabla 59. Equivalencia porcentual para el Entorno Socioeconómico.....	95

RESUMEN

La presente investigación fue realizada con el objetivo de evaluar los riesgos ambientales que son causados por las descargas de las aguas residuales en la laguna de Paca, Jauja, es por ello que se recolectó y revisó información primaria y secundaria acerca de las principales características de las aguas residuales que constituyen riesgos para la laguna.

En el Capítulo I, se describe la información general del lugar donde se desarrolla la presente investigación además de ello se detalla la problemática relacionada con la laguna de Paca. Además de ello se realiza la descripción de los objetivos, hipótesis de la investigación y variables a investigar.

En el Capítulo II, se hace mención al marco teórico que fue utilizado para la presente investigación, en este se encuentra información acerca del proceso de evaluación de riesgos ambientales y las teorías relacionadas a las características y parámetros a evaluar en las descargas de aguas residuales. Así mismo, se puntualizan los antecedentes utilizados como apoyo para el trabajo realizado.

En el Capítulo III, se realiza la descripción de la metodología usada para el trabajo, donde se detalla los procedimientos que se siguieron para llevar a cabo la investigación. Además, se resalta la importancia de la utilización de la “Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales” del Ministerio del Ambiente (MINAM). Adicionando a ello se sintetiza información acerca de la población y muestra, también las técnicas de recolección de datos.

En el Capítulo IV, se presentan los resultados de la evaluación de la calidad de agua superficial de la laguna de Paca del año 2019, haciendo mención a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, además de ellos se evidencia el resultado de la evaluación de riesgos ambientales de las descargas de aguas residuales en la laguna de Paca, dando como conclusión que los parámetros relacionados y evaluados constituyen un riesgo moderado hacia las aguas de este ecosistema frágil (Ley General del Ambiente, Art. 99°).

En el Capítulo V, se presentan la discusión de resultados y las conclusiones en las que se determinó que la laguna de Paca presenta un riesgo ambiental “moderado” debido a las descargas de las aguas vertidas hacia la misma.

ABSTRACT

This research was carried out with the objective of evaluating the environmental risks that are caused by the discharges of wastewater in the Paca lagoon, Jauja, that is why primary and secondary information about the main characteristics of the wastewater that poses risks to the lagoon.

In Chapter I, the general information of the place where the present investigation is developed is described, in addition to that, the problems related to the Paca lagoon are detailed. In addition to this, the description of the objectives, hypotheses of the research and variables to be investigated is made.

In Chapter II, mention is made of the theoretical framework that was used for this research, in this there is information about the environmental risk assessment process and the theories related to the characteristics and parameters to be evaluated in wastewater discharges. Likewise, the antecedents used as support for the work carried out are specified.

In Chapter III, the description of the methodology used for the work is made, where the procedures that were followed to carry out the investigation are detailed. In addition, the importance of using the "Environmental Risk Assessment Guide" of the Ministry of the Environment (MINAM) is highlighted. Adding to this, information about the population and sample is synthesized, as well as data collection techniques.

In Chapter IV, the results of the evaluation of the surface water quality of the Paca lagoon of the year 2019 are presented, making mention of the physicochemical and microbiological parameters, in addition to them the result of the environmental risk assessment of wastewater discharges into the Paca lagoon, concluding that the related and evaluated parameters constitute a moderate risk to the waters of this fragile ecosystem (General Environmental Law, Art. 99°).

In Chapter V, the discussion of the results and the conclusions are presented in which it was determined that the Paca lagoon presents a "moderate" environmental risk due to the discharges of the waters discharged into it.

INTRODUCCIÓN

Las lagunas son conocidas como depósitos naturales, los cuales albergan especies de flora y fauna además de cumplir con la función de termorregulación del clima y en donde se llevan a cabo el desarrollo de actividades agrícolas, turísticas y ganaderas. Debido al crecimiento demográfico y a las actividades mencionadas se presentan alteraciones en su calidad natural, las cuales causan un nivel de riesgo a estas lagunas.

La laguna de Paca, en su condición de ecosistema frágil, no es ajena a esta problemática, debido a que en los alrededores de este cuerpo de agua se llevan a cabo actividades en las cuales no se priorizan el cuidado y preservación de esta laguna, siendo éstas la agricultura y la ganadería, realizadas por parte de los pobladores aledaños; así también se desarrolla actividad comercial, dentro de ella la venta de platos típicos que son expendidos por los recreos turísticos; éste último genera serios problemas de contaminación a la laguna, ya que realizan vertimientos de aguas residuales hacia el ecosistema en mención, lo que provocaría un incremento en los niveles de eutrofización.

Es por ello que la presente investigación tiene como fin identificar las fuentes de contaminación y evaluar los riesgos ambientales debido a las descargas de las aguas residuales que se presentan en la Laguna de Paca en relación a los parámetros fisicoquímicos y biológicos.

Las autoras.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Las lagunas son un depósito natural de agua dulce, representan un 0.3 % del total de agua dulce disponible en el planeta tierra, ocupando un lugar de vital importancia en cada una de las zonas donde se encuentran, cumplen funciones para la biodiversidad y hábitat de flora y fauna, generando un beneficio paisajístico, ayudan a mitigar los cambios de clima, además de ser utilizadas para el desarrollo de actividades de investigación y recreativas (1).

Las sociedades modernas son las responsables de producir el vertimiento de las aguas residuales, las cuales son resultantes de la actividad doméstica y comercial, estas aguas contienen restos de aceites y grasas, detergentes, material orgánico, material fecal entre otros, los cuales conducen a una posible contaminación de los cuerpos hídricos (2).

Los riesgos ambientales son producto de la consecuencia y probabilidad del acontecimiento de un peligro, estos pueden afectar tanto directa como indirectamente al ecosistema o a su biodiversidad. Estos peligros son provenientes de las actividades humanas, si no se regulan, los indicadores

que se verían alterados serían propiamente las características físicas y químicas de la laguna (3).

En un estudio realizado en la orilla del lago San Jacinto en Tarija - Bolivia, se menciona que las actividades agrícolas, ganaderas y comercial son fuentes directas de contaminación, esta última actividad se desarrolla por medio de casetas de comida los cuales derivan sus tuberías de desagüe directamente, ello por falta de un sistema de saneamiento y drenaje, además del deficiente tratamiento que se da a las aguas residuales, si estas actividades se siguen desarrollando sin control alguno los problemas de contaminación se acrecentarán con el tiempo (4).

Es así que las lagunas en el Perú no son ajenas a la contaminación por aguas residuales. Actualmente podemos señalar que el grado de contaminación en la naturaleza crece a la misma velocidad que el desarrollo de las ciudades. Por ejemplo, en la ciudad de Lima, la generación de aguas residuales está estimada en 200 l/día por persona. Este tipo de agua contiene en gran cantidad sales disueltas, materia orgánica, partículas, elementos sólidos en suspensión y microorganismos patógenos, las cuales llegan a los ríos, humedales, lagos y lagunas, sin previo tratamiento, provocando la alteración de los hábitats y la pérdida de especies (5).

Por otro lado, el lago Chinchaycocha, ubicado en la provincia de Junín, se está viendo afectado por el vertimiento de aguas residuales con alto contenido de fósforo y cloro provenientes de los pueblos de Ondores, Carhuamayo, Ninacaca y Vicco, considerándose una fuente de riesgo para la población y la biodiversidad, provocando la pérdida de los hábitats entre ellos de la rana gigante y aves como el zambullidor de Junín (6).

En el valle del Mantaro se puede percibir que la preservación y conservación de las lagunas locales cada vez tiene más relevancia e importancia frente a la prevención de riesgos ambientales generados por actividades antropogénicas, tal es el caso de la laguna de Ñahuinpuquio ubicada en el distrito de Ahuac, provincia de Chupaca, donde la afluencia de turistas origina que los dueños de los recreos turísticos incrementen las construcciones de más restaurantes y recreos sin ninguna planificación,

ello influye en la generación de residuos y aguas residuales llegando directamente a la laguna, principalmente por la falta de red de desagüe, lo cual constituye una fuente riesgo de contaminación que terminaría, afectando la flora y fauna presente en esta laguna y a la vez poniendo en riesgo la salud de la población (7).

Siguiendo la misma premisa, la laguna de Paca constituye un cuerpo léntico de importancia para la región Junín, dada la actividad turística, recreativa e investigaciones que se puede realizar en ellas, además de constituir una zona transitoria y de alimentación para aves migratorias (8), es así que mediante visitas a la laguna de Paca se logró observar ciertas características cualitativas como cambios en la coloración del agua, presencia de espumas y algunos restos de aceites y grasas. Además, se aprecia que la actividad turística comercial y doméstica tienen participación en la contaminación de este cuerpo de agua.

De acuerdo al Informe Técnico (Autoridad Nacional del Agua) N° 058-2015-ANA-AAA X MANTARO.AY/MAV, se evidencia la identificación de las fuentes contaminantes del ámbito de la laguna de Paca, Jauja, donde la Autoridad Administrativa del Agua señala que existen alrededor de 11 pozos sépticos, los cuales están ubicados en los recreos turísticos cercanos a la faja marginal del distrito de Pancán, es por ello que esta actividad se puede considerar como fuentes de riesgo para la laguna de Paca (9).

A pesar de la importancia que tiene esta laguna no se concretan planes preventivos para su conservación. Por las razones antes expuestas, la presente tesis busca ejecutar los planes y programas mediante la evaluación de riesgos ambientales en la laguna de Paca, ya que no basta solo con conocer los peligros, sino conocer el nivel de riesgo al que están conduciendo a este recurso hídrico importante.

1.1.2. Formulación del problema

a) Problema general:

¿Cuál es el resultado de la evaluación de los riesgos ambientales debido a las descargas de las aguas residuales en la laguna de Paca Jauja - 2021?

b) Problemas específicos:

- ¿Cuáles son las fuentes de riesgo relacionadas a los vertimientos de agua residual a la laguna de Paca - Jauja 2021?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la laguna de Paca en relación a los parámetros físicos químicos?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo ambiental que presentan las aguas de la laguna de Paca en relación a los parámetros biológicos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar los riesgos ambientales debido a las descargas de las aguas residuales en la laguna de Paca Jauja - 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes de riesgo ambiental relacionado a los vertimientos de agua residual a la laguna de Paca.
- Estimar el riesgo ambiental que presentan las aguas de la laguna de Paca en relación a los parámetros físicos químicos.
- Determinar el riesgo ambiental que presentan las aguas de la laguna de Paca en relación al parámetro microbiológico.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación ambiental

La presente investigación permitirá evaluar los riesgos ambientales que presenta la laguna de Paca frente a las actividades ribereñas, las cuales descargan sus aguas residuales a este cuerpo hídrico, como resultado de la investigación se tendrá conocimiento de los peligros que existe alrededor de la laguna y que deriven en riesgos ambientales.

En principio se pretende realizar un estudio general de la laguna ante las actividades que realiza la población aledaña; ésta es una metodología que necesita principalmente del conocimiento de la Ingeniería Ambiental, ya que se tiene que estudiar procesos dinámicos que ocurren en los ecosistemas, tal es el caso de la laguna de Paca que se encuentra bajo estas actividades sin control alguno.

Considerando la Ley General del Ambiente N° 28611, esta norma menciona que “toda persona tiene el derecho a vivir tanto en un ambiente equilibrado, saludable y adecuado para el desarrollo de la vida, así como el deber de poder contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, asegurando particularmente la salud de las personas tanto en forma individual como colectiva, la preservación de la gran diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país” (5).

Además, que las lagunas son consideradas hábitats de agua dulce que albergan una alta gama de biodiversidad entre flora y fauna, cumpliendo funciones muy importantes como la termorregulación del microclima, el cual ayuda a amortiguar los efectos producidos por la variación del clima, por lo que su preservación y control de riesgos que puedan afectar su correcto funcionamiento debe ser primordial.

1.3.2. Justificación social

Los resultados de este trabajo serán beneficiosos para toda la localidad del distrito de Paca, la provincia de Jauja y para todo el país, ya que la laguna de Paca es considerada como un atractivo turístico nacional además de contar con características recreativas y educativas.

Asimismo, se logrará la satisfacción y bienestar de la población, estos aspectos son de vital importancia y es necesario realizar estudios y aplicar metodologías que permitan seguir manteniendo los vínculos entre los pobladores y la laguna. Para el caso de la laguna de Paca, ésta es considerada un gran atractivo turístico que alberga gran cantidad de turistas especialmente a inicios de cada año, fecha en la que se desarrolla la fiesta de la Tunantada, esta actividad es aprovechada por la población aledaña y por los mismos restaurantes cercanos para generar una fuente de ingresos fija para ellos, ya que es en beneficio propio.

Por lo mencionado, es fundamental conocer los riesgos ambientales originados por los vertimientos de aguas residuales a la laguna de Paca, puesto que el conocimiento de la situación actual de este recurso hídrico y permitirá gestionar mejoras en la calidad de sus aguas, de la misma manera servirá para tomar acciones de control y mitigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el trabajo titulado “Evaluación ambiental de pesticidas organoclorados en sedimentos de la laguna de Chantuto (Chiapas, México) y de la bahía de Santander (Cantabria, España)”, realizado en la Universidad de Cantabria, se evaluó la concentración de pesticidas organoclorados encontrados en los sedimentos que están presentes en la laguna de “Chantuto” y de la hermosa bahía de Santander, debido a que la laguna de Chantuto se ha visto severamente afectada por los problemas de contaminación, entre ellos el uso de plaguicidas para poder realizar el control de las plagas producidas por la actividad de agricultura y las prácticas sanitarias para el control de las enfermedades como son el paludismo y el dengue. En el caso de la Bahía, las zonas cercanas se caracterizan por presentar un número moderado de industrias, como también la presencia de depósito de los residuos sólidos, sistemas de desagüe, vertidos industriales, puertos de descarga de productos industriales específicos, áreas intermareales de inundación y marismas. Para ello, se empleó una metodología para caracterizar experimentalmente los sedimentos y análisis de los pesticidas, el cual se utiliza la determinación de humedad, también se hizo uso del estudio de la

distribución granulométrica de los sedimentos. Esta investigación es importante para nuestro trabajo porque nos permite reconocer y sobre todo poder caracterizar las primordiales fuentes de contaminación que afectan a las lagunas (10).

En el trabajo titulado “El impacto ambiental del crecimiento espacial de la ciudad de corrientes sobre lagunas periurbanas”, realizado en la Universidad Nacional del Camahua en Buenos Aires, se tuvo por objetivo reconocer el nivel de daño que genera tanto el acrecentamiento exponencial de la ciudad sobre la permanencia y existencia de lagunas que se encuentran cercanas a la ciudad. Este proyecto se realizó mediante un análisis y comparación empleando métodos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) a través de imágenes satelitales, esto permitió contrastar los cambios recientes, también el uso de representaciones aéreas de la ciudad las cuales que fueron recolectadas en el año de 1950, con el fin de poder estar al tanto de los cambios en la cubierta vegetal y los múltiples impactos que produce. Las lagunas poseen un valor significativo para población y están relacionadas con actividades como la agricultura y forestación de la provincia de Corrientes. Esta investigación nos provee de información sobre cómo las actividades humanas, amenazan con la desaparición de las lagunas, las cuales son el principal componente paisajístico de la región (11).

En el trabajo titulado “Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media- alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo”, realizado en la Universidad Nacional de Costa Rica, se tuvo por objetivo conocer el impacto ambiental que son ocasionados por las acciones antropogénicas en el río Damas, el tipo de investigación fue del tipo exploratoria, la metodología empleada en fue desarrollada en cuatro fases, la primera se realizó con el fin de conocer un poco más la zona a evaluar y las actividades económicas que se realizan a su alrededor, la segunda fue la identificación de focos de contaminación, la tercera fue el reconocimiento de la problemática de contaminación por los residuos sólidos y la cuarta fue la elaboración de un documento que dio a conocer los resultados; todas estas etapas se desarrollaron teniendo un objetivo, acciones, técnicas y tiempo (12).

En el trabajo titulado “Análisis de la calidad del agua y factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tarija” , realizado en la Universidad Católica Boliviana, se menciona que existe cierto grado de contaminación el cual afecta a la diversidad que existe en este lago, en los materiales y métodos se desarrolla el área de estudio en el cual se describe la ubicación del mismo, la toma de muestras para el análisis se realizó en 9 puntos estratégicos y fueron realizadas en las diversas estaciones del año, los parámetros que fueron analizados son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), coliformes totales y fecales (NMP), como resultado de esta investigación se determinó que la contaminación de este lago es producto de la mala gestión de residuos sólidos, uso de pesticidas, entre otras, las cuales son desarrolladas por las actividades que se producen a los alrededores del mencionado lago, además de presentarse metales pesados. Este estudio contribuye de gran manera a nuestro trabajo de investigación ya que la metodología utilizada es organizada y bastante dinámica (4).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En el trabajo titulado “Estimación del riesgo ambiental del agua superficial de los Humedales de Ventanilla debido a la descarga de aguas residuales urbanas en el A.A.H.H. Defensores de la Patria - Lima - 2018”, realizado en la Universidad César Vallejo, se menciona que los humedales, ríos, lagos y lagunas son aquellas que presentan hábitats los cuales presentan una gran diversidad biológicas, es por ello que se plantean como objetivo principal evaluar el riesgo ambiental, que presenta el humedal producto del vertido de aguas residuales de tipo urbanas, para ello la metodología que utilizaron fue la evaluación del terreno estableciendo 5 puntos principales de los cuales se obtendrán resultados de la toma de muestra, en total dieron 15 muestras representativas y 3 del cada punto. El resultado de este trabajo fue el análisis de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos del agua. Esta investigación es muy importante para nuestro proyecto ya que nos da a conocer la metodología empleada paso a paso para evaluar los

riesgos en temas ambientales, además del procedimiento de la toma de muestras (13).

En el trabajo titulado “Efectos de la contaminación de aguas residuales del lago de Morona Cocha en la Salud de la Población Ribereña - Iquitos - 2018”, realizado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se tuvo por objetivo determinar aquellos niveles de contaminación al que se exponen las personas que viven a los alrededores del lago, para el procedimiento de obtención de datos se hizo uso de encuestas que fueron planificadas de acuerdo a los objetivos, para el procedimiento de la misma se hizo uso de la estadística descriptiva y el programa SPSS, en las conclusiones se menciona que el grado de contaminación de estas aguas y su efecto en la salud es relativamente baja debido a la que la mayoría de estas personas cuentan con los servicios básicos. Esta investigación es de gran ayuda para nuestro trabajo porque nos detallan como recabar información de manera ordenada (14).

En el trabajo titulado “Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul de Sauce para su uso según Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)”, realizado en la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, se presenta como objetivo determinar la calidad del agua que presenta la Laguna en mención, siendo posible gracias a la metodología utilizada: en primer lugar se realizó el método introspectivo en el cual se llegó a emplear la determinación y ubicación de los puntos monitoreados los cuales fueron ubicados estratégicamente en 4 puntos, cada uno con su respectiva coordenada; la recolección de las muestras las cuales presentaron un total de 12 muestreos; posteriormente se dio el resultado por parámetros y por puntos, cada parámetro fue analizado por gráficos y su respectiva interpretación, finalmente se concluyó que la calidad del agua que presenta dicha laguna según el ECA es de Categoría 1 - Sub categoría B, la cual es denominada para uso recreacional, se encontró un ascenso de fosfato de un 0.1 mg/L a 31.3 mg/L lo que implicó eutrofización en las aguas de la Laguna Azul, también se concluye que hay un excesivo valor de los Coliformes termo tolerantes hasta en un 180 % más de su valor sobrepasando el valor establecido en el ECA. Este trabajo es de gran

ayuda ya que la metodología empleada y la manera de presentación de los resultados, son de una manera práctica y entendible (15).

El trabajo titulado “Valoración de Riesgo Ambiental por presencia de plomo y mercurio en la: Trucha (salmo trutta), Pejerrey (odontesthes regia regia), provenientes de la zona de Arapa”, realizado en la Universidad Nacional del Altiplano se desarrolló con el fin de determinar el grado de contaminación Ambiental actual de la laguna de Arapa, el cual estaba afectando a especies como la trucha y pejerrey. Esta investigación es de tipo descriptivo, experimental, que consistió en analizar la acumulación de metales pesados y caracterizar los parámetros fisicoquímicos más distintivos que forman parte del proceso de contaminación de la laguna y su incidencia en el resultado de la evaluación del riesgo ambiental en el área de influencia. El método para evaluar los impactos ambientales y valorarlo fue la Matriz de Leopold, la cual establece una relación entre las actividades y componentes ambientales susceptibles, usando 5 criterios de clasificación. Este trabajo apoya al nuestro porque muestra el problema que provoca la contaminación de las lagunas y que no solamente afecta a este recurso hídrico como tal, sino que también a la biodiversidad que alberga; además de ello resalta el uso de métodos para la valoración de riesgos ambientales (16).

La investigación titulada “Modelo dinámico de sistemas para determinar la calidad de agua en la Laguna Patarcocha por vertimiento de aguas residuales de los Asentamiento Humanos aledaños, Pasco”, realizada en la Universidad César Vallejo, se centró en determinar si la calidad de agua en la mencionada laguna se deteriora gradualmente debido a los vertimientos de aguas residuales de los Asentamiento Humanos (A.A.H.H.) aledaños. La investigación fue de tipo descriptivo, no experimental - longitudinal y consistió en medir in situ los siguientes parámetros: SST, pH, DBO, oxígeno disuelto, nitratos, fósforo total, coliformes totales, para lo cual se subdividió en cuatro puntos la laguna, la medición de estos parámetros fueron ajustados al ICA - Agua, los cuales fueron comparados con el ECA - Agua de Categoría 4, además de ello se apoyo con datos históricos, para así mostrar el comportamiento dinámico de la realidad en un tiempo determinado. El proceso metodológico se llevó a cabo utilizando

un modelo dinámico de sistemas apoyado del software Stella. Lo que destacamos de la presente investigación es el instrumento utilizado, la cual es una ficha de observación, donde se recopilaron los datos para luego ser procesados así mismo apoya a nuestra investigación porque aborda la problemática ambiental de las aguas residuales y lo que provocaría el vertimiento de estos a cuerpos de agua como las lagunas (17).

La investigación titulada “Evaluación de Riesgos Ambientales en el proceso constructivo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Rioja - 2017”, se realizó en la Universidad César Vallejo de Lima. Es una investigación de tipo descriptivo simple, experimental, que consistió en evaluar los riesgos ambientales que se encuentran durante el proceso de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). En la metodología de investigación se hizo uso de la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, el cual es un documento que brinda las directrices guías mediante matrices a desarrollar e involucra 3 entornos: natural, socioeconómico y humano. El presente trabajo es de gran apoyo porque avala la metodología usada en nuestra investigación, ya que en la actualidad las evaluaciones de riesgo ambiental son muy necesarios para evaluar aquellos daños ambientales derivados de los proyectos y actividades (18).

2.1.3. Antecedentes locales

El trabajo titulado “Estudio de los efectos de las actividades ribereñas de la población en el comportamiento de la laguna de Ñahuinpuquio - Chupaca”, realizado en la Universidad Nacional del Centro del Perú, presenta como principal objetivo determinar los efectos que causan las actividades ribereñas en el comportamiento de la laguna de Ñahuinpuquio, para lo cual se realizó la previa caracterización de las actividades que se realizan con mucha más intensidad alrededor de la laguna. Este trabajo es importante porque resalta como principal fuente de contaminación a las actividades desarrolladas por la población (7).

El trabajo titulado “Evaluación de la calidad del agua de lagunas de la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas como base para proponer estrategias de manejo para su conservación” se realizó en la Universidad Nacional del Centro del Perú con la finalidad de determinar la calidad del cuerpo hídrico de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas entre los meses de noviembre del 2015 y del 2016. El tipo de investigación es de tipo descriptivo con diseño propiamente no experimental en la que se determinó los indicadores tanto físicos, bacteriológicos y sobre todo químicos en época de estiaje. La calidad del agua de determinó mediante el INSF, dando como resultado variaciones de calidad media (59.42) a buena (74.57). Para el muestreo de agua se optó por usar el “Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” según la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Este trabajo es relevante porque muestra que las lagunas están siendo contaminadas y que es necesario tomar acciones para minimizar los impactos hacia ellas (19).

En el trabajo titulado “Impacto de la actividad humana en la calidad del agua del Rio Chía - Ingenio”, realizado en la Universidad Nacional del Centro del Perú, se menciona que el distrito de Ingenio, es visto como un atractivo paisajístico por lo que es uno de los principales puntos que son recorridos por los turistas, los cuales desechan muchos contaminantes entre ellos residuos sólidos, es por lo descrito que se tuvo como objetivo evaluar los impactos que producen los trabajos realizados por las personas en las aguas del rio “Chía”, este trabajo apoya a la tesis realizada porque se evidencio que hay impacto negativo el cual es causado por las aguas de tipo residual del tipo doméstica y los residuos los cuales son derivados de las actividades que genera el ciudadano de esta zona y los turistas, estos están relacionado con la pérdida de calidad de agua y de biodiversidad (20).

El trabajo titulado “Riesgos ambientales por aguas residuales de la producción de vacunos en la unidad de producción Pachacayo - SAIS “Túpac Amaru”, Junín”, realizado en la Universidad Nacional del Centro del Perú, evaluó los riesgos ambientales que provocan las aguas residuales provenientes de la producción de ganado en la unidad productiva Pachacayo. La investigación fue de tipo descriptivo, no experimental,

consistió en identificar los peligros relacionados con la producción de ganado que constituyan riesgo sobre la calidad del río Pachacayo, describiendo las zonas muestreadas y comparando los resultados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) vigentes y posteriormente caracterizando el riesgo. El proceso de evaluación del riesgo ambiental se basó en la metodología de la Norma UNE 150008, analizando cada zona de trabajo en principal el módulo de leche y el centro de engorde. Para determinar el estado de la calidad física, química y bacteriológica del agua, se enviaron las muestras al centro de investigación de aguas de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo. Este trabajo apoya al nuestro porque aborda la problemática ambiental entorno a las aguas residuales y la afectación que provocan a las lagunas, también es muy necesaria para nuestra investigación ya que brinda directrices para la evaluación de riesgos ambientales (21).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

El agua es un elemento esencial en la naturaleza, está presente en todos los ecosistemas naturales, la cual es indispensable para el sostenimiento y el desarrollo de la vida en nuestro planeta, además de constituir un factor importante para los procesos biológicos, esta cubre aproximadamente un 70 % de toda la superficie del planeta. Además de ello se considera tanto fuente como soporte de la vida, ayudando a mantener el clima y modela la Tierra. El agua tiene propiedades que son únicas las cuales las hacen esenciales para la vida (22).

Tabla 01. *Distribución del agua.*

AGUA EN LA TIERRA				
	Área km ²	Volumen km ³	%	Altura equivalente (m)
Océanos y mares	362	1350	97.6	2650

Casquetes polares	17	26	1.9	50
Subterránea	131	7	0.5	14
Superficial	1.5	0.3	0.02	0.6
Del suelo	131	0.2	0.01	0.4
Atmosférica	510	0.02	0.001	0.04
Total	=	1 383	100.03	2715

Fuente: Auge (22).

2.2.2. Riesgos ambientales

Los riesgos ambientales son aquellos que se definen como la probabilidad que ocurra un determinado peligro en el ecosistema o en el ambiente el cual tenga efectos de manera directa o indirecta, en un determinado espacio y tiempo, resulta tanto de origen natural o de origen antropogénico (23).

Por otra parte, el riesgo ambiental es aquel que comprende un riesgo social, porque se sabe la percepción que tienen las personas sobre los riesgos que pueden conllevar un proyecto en su entorno. Al hablar de un análisis de riesgo abarca medios tanto físicos, biológicos y sociales relacionados con las amenazas potenciales.

2.2.3. Evaluación de riesgos ambientales

Es un proceso que se utiliza para determinar la existencia de una amenaza potencial que cause impactos negativos al agua, aire o suelo, convirtiéndose en un riesgo para la salud de las personas y del medio ambiente, esto como consecuencia de la constante exposición a peligros y riesgos en un espacio y tiempo determinado, estas pueden derivar de la ejecución de actividades humanas y naturales. El resultado de la evaluación se define o resulta en un rango o magnitud (24).

2.2.4. Metodología del Ministerio del Ambiente (MINAM)

En la “Guía de evaluación de riesgos ambientales” se presentan los objetivos con el fin de dar a conocer la información a las personas que lo requieren, siendo esta de un sencillo conocimiento que ayuda a determinar el nivel del riesgo ambiental (24).

2.2.5. Fuentes de contaminación

El consumo de agua por parte de la humanidad es imparable, el crecimiento de la población, el incremento de las actividades industriales y de la agricultura, han hecho que el agua se convierta en la actualidad en un recurso muy demandado y contaminado por múltiples factores (25).

- Fuente de contaminación puntual: son aquellas fuentes con origen y responsable conocido. Los vertimientos son el resultado de los contaminantes que ingresan a través de un canal, cuerpo de agua, tuberías, contenedores, pozos. Los cuales son de origen municipal o industrial y agrupan a las aguas servidas no tratadas, agua residual de plantas de tratamiento y filtración de tanques subterráneos (26).
- Fuente de contaminación difusa: son aquellas fuentes en las que la contaminación no proviene de una única fuente puntual, sino es el producto de la interacción de otras fuentes, las cuales no son posibles de identificar, medir y controlar. En este tipo de fuentes incluyen a la actividad agrícola (26).

2.2.6. Aguas residuales

Éstas son consideradas como la mezcla de 1 o más efluentes entre ellos se encuentran los efluentes domésticos, industriales y urbanos, los cuales se detallan a continuación (27).

2.2.6.1. Tipología de las aguas residuales

- Aguas residuales domésticas: son las que proceden de las actividades que realizan las personas las cuales se desarrollan en viviendas, instituciones, establecimientos comerciales, entre otras; las cuales contienen materia orgánica en suspensión y disolución, así como cantidades de fósforo, sales minerales y nitrógeno, por lo general no presentan sustancias peligrosas, pero si contiene una alta cantidad de agentes patógenos e infecciosos, que pueden causar grandes problemas a la salud humana por lo que deben de ser dispuestos adecuadamente (28).
- Aguas residuales industriales: son aquellas procedentes de las industrias, pueden ser de la actividad minera, agroindustrial, agrícola, entre otras. Estas aguas suelen tener un grado más alto de contaminación que las aguas urbanas, ya que pueden contener todo tipo de contaminantes orgánicos e inorgánicos (28).
- Aguas residuales urbanas: son aquellas que resultan de una mezcla de aguas residuales de tipo doméstica con las aguas que son producto del drenaje pluvial o bien con las aguas de tipo residuales industriales (28).

2.2.7. Calidad de agua

La calidad de agua es un término muy complejo el cual puede definirse como la capacidad que presenta un cuerpo de agua para usos beneficiosos, entendiéndose a este como los diferentes modos en que es utilizada el agua (29).

Es aquel que se utiliza para describir las características que presenta el agua ya sea físicas, químicas y biológicas, todo depende del uso que se le da (30).

La calidad del agua, se evalúa con los siguientes parámetros:

- Parámetros fisicoquímicos: están presentes en el agua ayudan a determinar y evidenciar el grado de alteración en la que se encuentra la calidad del recurso hídrico debido a la presencia de contaminantes orgánicos, industriales, urbanos entre otros.
 - Aceites y grasas: son los principales compuestos orgánicos los cuales están estructurados por ácidos grasos tanto de procedencia animal y vegetal. Estas se encuentran en las aguas residuales de tipo domésticas, esto se debe al empleo de grasas, aceites, manteca y vegetales los cuales son usados en cocinas (31).
 - Sólidos Suspendidos Totales: los sólidos que se encuentran en suspensión, son los llamados sólidos sedimentables los cuales no son disueltos y puede ser retenidos por un filtro. Estos son aquellos que se determinan pesando el residuo el cual se queda en el denominado filtro, después de ello se proceden al secado. Estos sólidos se dice que son no se quieren en las en el proceso ya que estos son aquello que provocan determinados espacios sobre todo en las áreas de conducciones, las denominadas calderas, equipos, entre otros. Las llamadas aguas subterráneas son aquellas que pueden tener menos de 1 ppm, sin embargo, este número varía en las superficiales (7).
 - DBO: se denomina a la medida de oxígeno requerido por las bacterias durante cierta cantidad de días a temperatura estándar. Es utilizado para analizar cuerpos receptores contaminados por aguas residuales (31). Este parámetro es el que da a conocer la cantidad de oxígeno la cual es indispensable para la biodegradación de la materia orgánica. Siendo un indicador aplicado esencialmente en el proceso de control para este este tratamiento inicial en las llamadas estaciones que son depuradoras y sobre todo en el estudio de la degradación aquellos vertidos que presentan alguna carga orgánica (32).

- Oxígeno disuelto: es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua, el cual es vital para los riachuelos y lagos, si hay presencia de este es una señal positiva para el cuerpo de agua ya que los organismos que habitan en ella necesitan de este elemento para crecer y sobrevivir, de manera contraria si presenta ausencia de este es una señal negativa pues indica una fuerte contaminación lo que puede generar daños en las especies acuáticas. Además de ello el oxígeno disuelto presenta variaciones, una de ellas es en función de la temperatura, ya que al aumentar esta tiende a disminuir la cantidad de este parámetro en el agua (33).
- Nitrógeno total: este indicador es una medida de las diversas formas de nitrógeno que se localizan en el agua, es decir es la adición de nitritos, nitratos y nitrógeno amoniacal; este es un nutriente el cual favorece el crecimiento de plantas acuáticas y algas, pero en cantidades mayores puede ocasionar procesos de eutrofización (34).
- Fósforo: es aquel elemento que se halla en aguas naturales y contaminadas por aguas residuales en formas clasificadas como ortofosfatos, fosfatos condensados y fosfatos orgánicos. El fósforo generado por vertimiento de aguas residuales, drenajes de campos o residuos industriales, puede generar proliferación de micro y macro organismos acuáticos en cantidades dañinas (27). La concentración de fósforo total en las aguas residuales tiene una comúnmente de 4 - 15 mg/L. La presencia de fósforo se puede dar en distintas formas las cuales se mencionan a fósforo orgánico los cuales son las especies particuladas, de igual manera se menciona a los ortofosfatos y por último a los polifosfatos que son especies las cuales se encuentran disueltas. Este es un parámetro de tipo físico que se halla en el agua residual, vertidos de los residuos de alimentos y de los grupos del denominado fosfato el cual es inorgánico, estos están contenidos en detergentes y algunos productos que son utilizados en el proceso de limpieza. La utilidad de los mencionados detergentes

es utilizada como reemplazante del jabón ha maximizado su porcentaje en la cantidad de fósforo (32).

- Parámetro biológico: en las mencionadas características biológicas de las aguas residuales se resaltan el valor en el control de las enfermedades que son generadas por los organismos que son patógenos de origen antropogénico. Tanto las bacterias como algunos organismos desempeñan un papel importante en el transcurso de la descomposición y de la estabilización de la mencionada materia orgánica, estos requieren de nutrientes como los que se mencionan ya sea nitrógeno, fósforo, potasio, manganeso, hierro, cloro, para su desarrollo. Si no reciben estos nutrientes se verían ausentes además se dice que se alteraría parte de su crecimiento (32).
- Coliformes termotolerantes: este es un parámetro el cual es el más usado para la evaluación de las características del mencionado parámetro biológico de las aguas estos son conocidos como coliformes termotolerantes totales los cuales incluyen a los coliformes fecales y sobre todo los coliformes que son de origen no fecal. Estos son algunas especies de aquellos organismos que van a indicar la contaminación fijado por los desechos humanos y animales Los coliformes fecales son aquellos que se componen de una variedad de cepas de bacterias, en la cual se resalta la *E. coli*. Este es aquel organismo el cual forma parte de la gran población bacteriana, encontrándose en los intestinos del ser humano, así como también en el de los animales (32).

2.2.8. Estándar de Calidad Ambiental

Es un instrumento de gestión ambiental, los cuales son indicadores de la calidad ambiental, el objetivo de estos es medir la concentración de los elementos o sustancias que se encuentran en el agua, aire o suelo (35).

2.2.9. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua

Es un instrumento de gestión ambiental, el objetivo de este es medir la concentración de elementos o sustancias que se encuentran en el agua. Este instrumento es aprobado mediante el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, en el cual establece 4 categorías de las cual para el objeto de investigación se precisa la cuarta categoría (36).

- Categoría 4: conservación del ambiente acuático: esta categoría se establece para los cuerpos de agua que forman parte tanto los ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento, las cuales por sus características necesitan ser protegidas.
- Sub categoría E1: lagunas y lagos: en la siguiente tabla se presenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para la conservación del ambiente acuático.

Tabla 02. *Categoría 4 - Conservación del ambiente acuático.*

Parámetro	Unidad de medida	E1: lagunas y lagos
FÍSICOQUÍMICOS		
Aceites y grasas	mg/L	5.0
Conductividad	µS/cm	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5
Fósforo total	mg/L	0.035
Nitrógeno Total	mg/L	0.315
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
pH	Unidad de pH	6.5 a 9.0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25
Temperatura	°C	Δ 3
MICROBIOLÓGICO		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1 000

Fuente: Diario Oficial El Peruano (36).

2.2.10. Agricultura

La agricultura es una actividad desarrollada por el hombre que involucra las prácticas de labranza o cultivo de la tierra, así también cambios en el tratamiento del suelo debido a la plantación de especies vegetales. La finalidad de esta actividad es obtener o producir gran variedad de alimentos entre ellos verduras, frutas, hortalizas, cereales y todo tipo de forraje. Los alimentos obtenidos son usados a nivel mundial, para la alimentación de personas y animales, de ahí su importancia en la nutrición poblacional. El desarrollo de la actividad en mención permite por un lado la generación de ingresos los cuales a largo plazo facilitan el acceso a los servicios de salud entre otros. Sin embargo, hay que tener en cuenta el uso de pesticidas y otros fertilizantes que podrían afectar los sistemas de agua subterráneas (37).

2.2.11. Ganadería

La ganadería es otra actividad impulsada por el hombre, la cual abarca prácticas como el pastoreo, el agropastoreo, ganadería intensiva y extensiva, incluyendo a la agricultura. La ganadería es el sector productivo con mayor posesión y uso de terrenos agrícolas con fines de alimentación, incluidos los forrajes. La inadecuada gestión del pastoreo de animales productores y del uso del suelo está causando la degradación de las tierras y está contribuyendo a la pérdida de biodiversidad. El sector ganadero está relacionado con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), fundamentalmente a través de la fermentación entérica y del estiércol, así mismo en el desarrollo de esta actividad se producen volúmenes de estiércol y de subproductos que con la acción de la lluvia filtran nutrientes tóxicos al agua subterránea, que por arrastre puede afectar cuerpos de agua cercanos (38).

2.3. Definición de términos

- Características físicas de un agua residual: las más importantes y estudiadas son color, turbiedad, olor, SST y temperatura (39).
- Contaminación del agua: este impacto es ocasionado por la actividad humana, esto provoca que el agua se vuelva peligrosa para el consumo humano, pero también para la pesca, actividad agrícola entre otras (20).
- Eutrofización: es aquel proceso de contaminación que sucede en los ríos, lagos, lagunas entre otros. Es causado por el elevado contenido de nutrientes como lo son el fósforo y nitrógeno en los cuerpos de agua (20).
- Hábitat: área de un ecosistema que congrega condiciones óptimas de vida para albergar especies de flora y fauna (39).
- Laguna: se considera así a los ecosistemas hídricos que son un depósito natural de agua dulce y con dimensiones menores en comparación con un lago (40).
- Nutriente: concentrado que contiene alimentos que favorecen el buen funcionamiento de los elementos del suelo, el agua para las plantas y otros (39).
- Peligro: situación en la que una actividad u objeto tiene el potencial de ocasionar un daño y constituye una amenaza (41).
- Sustancia tóxica: sustancia artificial o mezcla de compuestos tóxicos que tienen la capacidad de provocar perjuicios para la salud y medioambiente.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcances de la investigación

3.1.1. Método general

En base a Cegarra (53), el método de investigación general planteado en la presente investigación fue el hipotético - deductivo, porque se parte del problema “las aguas residuales”, que al ser vertidas en la laguna de Paca pueden ocasionar “riesgos ambientales”, el cual fue determinado aplicando la Guía Metodológica del Ministerio del Ambiente (MINAM).

3.1.2. Método específico

En base a Cegarra (53), el método de investigación específico utilizado para la presente investigación es por observación, puesto que la acción de la variable independiente (aguas residuales) sobre la dependiente (riesgos ambientales) fue observada sin mayor manipulación.

3.1.3. Tipo de la investigación

Hernández-Sampieri *et al.* (43) mencionan que la investigación básica busca recopilar información para generar nuevos conocimientos, en tal

sentido esta investigación se centra en la recopilación de los informes de monitoreo de la calidad de agua en la laguna de Paca proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), los cuales fueron de gran ayuda para el desarrollo de evaluación de los riesgos ambientales.

3.1.4. Nivel de la investigación

El nivel de investigación del presente corresponde al nivel descriptivo. Hernández-Sampieri *et al.* (43) señalan que las investigaciones de índole descriptivo recogen y manejan información sobre las variables a investigar de forma independiente y conjunta y sirven como base para realizar otras investigaciones. De allí en la presente investigación se recopiló información acerca de las aguas residuales y riesgos ambientales para ser descritas mediante dimensiones e indicadores.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

El estudio mostrado tiene como población a las aguas de la laguna de Paca con una extensión de 21.40 km² y una capacidad de 41 085 408.05 m³ (9).

3.2.2. Muestra

Las muestras corresponden a 6 puntos de monitoreo y sus resultados respectivos, obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua conforme se presentan en el Informe Técnico N° 034-2020-ANA-AAA X MANTARO.AT/MAV. La Autoridad Nacional del Agua establece los puntos de monitoreo en base al Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales consideración el criterio de ubicación de las fuentes de contaminación como recreación, vertimiento de aguas residuales, zonas urbanas, zonas de ingreso de afluentes, entre otras (9).

Tabla 03. *Puntos de monitoreo en la laguna de Paca.*

N°	Código	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84)	
			Zona 18L	
			Norte (m)	Este (m)
01	LP1	Zona Sur de la laguna de Paca	8702821	445196
02	LP2	Zona Centro de la laguna de Paca	8703411	444645
03	LP3	Oeste Sur de la laguna, ámbito de los recreos turísticos (norte)	8702726	444454
04	LP4	Oeste Sur de la laguna, ámbito de los recreos turísticos (sur)	8702231	444566
05	LP5	Zona Norte Este de la laguna de Paca	8704156	444125
06	LP6	Zona Norte Este de la laguna de Paca	8704662	444785

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (9).

*Nota: LP = Laguna, punto de monitoreo.

MAPA DE MONITOREO DE AGUA EN LA LAGUNA DE PACA – JAUJA

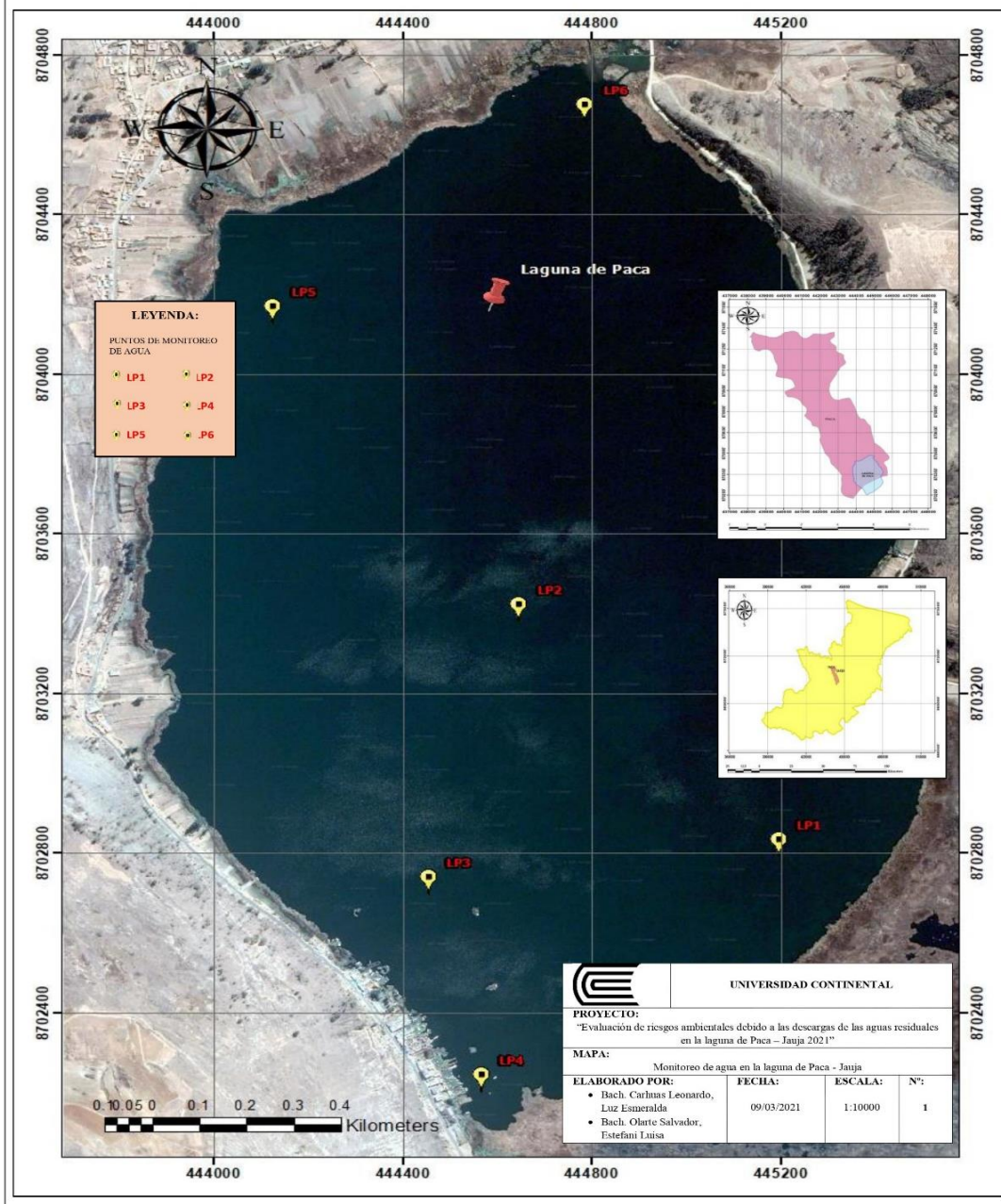


Figura 01. Mapa de monitoreo de agua en la laguna de Paca.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

- Análisis documental: para el desarrollo de esta investigación se optó por la técnica de revisión bibliográfica por medio de un análisis documental el cual se fundamenta en revisar fuentes de apoyo, en esta ocasión el informe de monitoreo realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en los años 2019 (9).

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento para la recolección de información será una ficha de observación (anexo 01) obtenida de la “Guía de evaluación de riesgos ambientales” desarrollada por el Ministerio del Ambiente (23), en la que se plantea la determinación de escenarios, tipificación de peligros, estimación de riesgos provocados por los vertimientos de aguas residuales.

- Guía de evaluación de riesgos ambientales - MINAM: el objetivo de esta guía es dar a conocer la información a las personas que lo requieren, siendo esta de un sencillo conocimiento que ayuda a determinar el nivel del riesgo ambiental, es por ello que se hace mención a la siguiente metodología descrita a continuación (23).
 - Procesos del sistema matricial del riesgo ambiental:
 - Análisis de riesgos ambientales: este es el primer proceso, que consiste en la recopilación de toda la información necesaria tanto en gabinete como en campo, considerando criterios técnicos para la evaluación pertinente. Dentro de este se considera la identificación de peligros, determinación de escenarios, lista de verificación de cumplimiento, análisis y formulación de escenarios.
 - Identificación de peligros: uno de los primeros criterios técnicos es el reconocimiento de peligros, para el cual se

va a utilizar algunas herramientas de apoyo que ayuden a cumplir con este objetivo, para la selección de estos es importante conocer las características, sustancia y fuentes contaminantes del área de estudio. A continuación, se muestran las tablas que son necesarias para desarrollar este criterio. En la siguiente tabla se mostrará las causas y efectos de los peligros ambientales en los tres entornos (humano, ecológico y socioeconómico).

Tabla 04. *Causas y efectos de los peligros ambientales.*

Factor	Humano	Ecológico	Socioeconómico
Antrópico	Causa		
	Efecto		

Fuente: Ministerio del Ambiente (23).

En la siguiente tabla se da a conocer el elemento de riesgo, parámetros de evaluación y fuente de información para los tres entornos (humano, ecológico y socioeconómico).

Tabla 05. *Elementos de riesgo y parámetros de evaluación.*

Elemento de riesgo	Suceso iniciador/ parámetros de evaluación	Fuente de información
--------------------	--	-----------------------

Fuente: Ministerio del Ambiente (23).

- Determinación de escenarios: en este punto se realiza el registro y levantamiento de información en la zona de estudio, como las características generales de la zona de estudio, entorno físico, proceso industrial, zona vulnerable, almacenamiento, relaciones públicas y

calidad de la gestión ambiental, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 02. Consideraciones técnicas para la recopilación de información.

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- **Análisis de escenarios:** este punto se desarrolla con el objetivo de reconocer y sistematizar los riesgos en base a las tres dimensiones (ambiental, social, económica), los cuales ayudan a obtener una información precisa. Ello se realiza conforme a la siguiente figura.

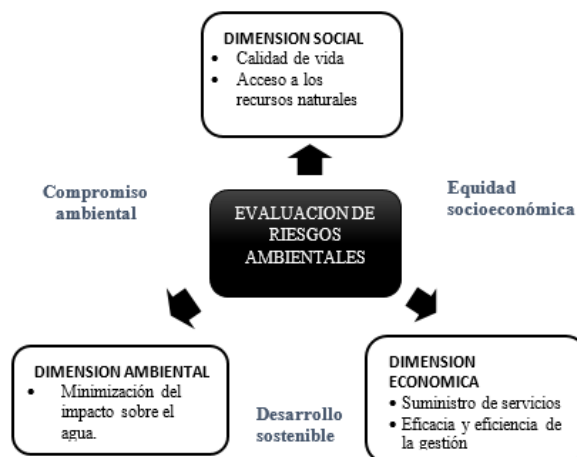
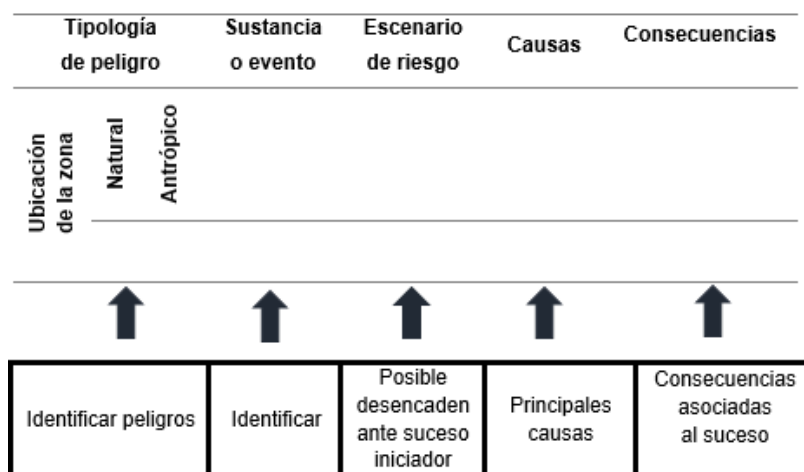


Figura 03. Dirección de la evaluación de riesgos ambientales.

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- Formulación de escenarios: una vez identificados todos los peligros potenciales que existe en el área de estudio, se formulará posibles escenarios de riesgo para cada uno, en los cuales se estimará la probabilidad y la gravedad de las consecuencias, esto se realiza de acuerdo al formato mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 06. *Formulación de escenarios.*



Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- Evaluación: este es el segundo proceso, el cual consiste en asignar una probabilidad de ocurrencia y estimar la gravedad de la consecuencia a cada riesgo ambiental presentado en el área de estudio.
 - Estimación de la probabilidad: durante la evaluación se asigna un valor de probabilidad de ocurrencia a cada riesgo identificado en el área de estudio, esto se realizará en función a los valores que indican las siguientes tablas.

Tabla 07. *Rangos de probabilidad.*

ESTIMACION DE LA PROBABILIDAD		
Valor	Probabilidad	Descripción
5	Muy probable	>a una vez a la semana
4	Altamente probable	> a una vez a la semana y < una vez al mes

3	Probable	> Una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	> Una vez al año y < una vez cada 5 años
1	Poco probable	> Una vez cada 5 años

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- Estimación de la gravedad de las consecuencias: en este criterio se analizan los daños o consecuencias negativas que causa cada escenario sobre los 3 entornos (humano, ecológico y socioeconómico) del área de estudio. A continuación, se presenta la tabla de valoración de consecuencias común para los 3 entornos, donde se muestra la fórmula para calcular el valor de las consecuencias.

Tabla 08. *Estimación de la gravedad de la consecuencia.*

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

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- Cantidad: es aquel valor probable que hace referencia al porcentaje en que excede el material que produce el riesgo al Estándar de Calidad Ambiental - ECA.
- Peligrosidad: está referida al grado de afectación que se ocasiona al ser humano, flora y fauna, y otros componentes.
- Extensión: hace referencia a la distancia entre el lugar donde sucedió el posible incumplimiento y la zona impactada.

- Calidad del medio: es considerado el impacto y su posible reversibilidad.
 - Población afectada: es conocido como aquel número estimado de personas afectadas.
 - Patrimonio y capital productivo: es aquella valoración tanto al patrimonio de carácter económico y social.
- Determinación de los rangos de los límites de los entornos: de acuerdo a los escenarios mostrados de cada entorno, se procede a determinar la cantidad, extensión, peligrosidad y factor vulnerable dependiendo del entorno analizado. A continuación, se da una descripción de como hallar cada uno:
- En la siguiente tabla se muestran los valores que se van asignar a la cantidad, la cual fue adaptada en base a la Guía metodológica del Ministerio del Ambiental (MINAM) y en la Resolución de Consejo Directivo N° 005-2017-OEFA/CD - Reglamento de Supervisión. El descriptor de cantidad se puede expresar tanto en toneladas como en porcentaje de exceso de la normativa aprobada.

Tabla 09. *Valoración de las consecuencias del descriptor cantidad.*

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

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- En la siguiente tabla se muestran los valores que se van a asignar a la extensión y peligrosidad que representa cada riesgo.

Tabla 10. *Valoración y rangos de las consecuencias.*

Valor	Extensión (Km)		Peligrosidad	
4	Muy extenso	Radio > 1 km	Muy Peligrosa	Muy alto (Irreversible y de gran magnitud)
3	Extenso	Radio hasta 1 km	Peligrosa	Alto (Irreversible y de mediana magnitud)
2	Poco extenso	Radio < 0.5 km (zona emplazada)	Poco Peligrosa	Medio (Reversible y de mediana magnitud)
1	Puntual	Área afectada (zona delimitada)	No Peligrosa	Bajo (Reversible y de baja magnitud)

Fuente: Ministerio del Ambiente (23) y Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (44).

- Las siguientes tablas hacen referencia al factor vulnerable independiente para estimar la gravedad de cada entorno analizado.
- La siguiente tabla muestra el valor que se asigna para el Entorno Humano de acuerdo al número de personas afectadas.

Tabla 11. *Entorno Humano.*

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

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- La siguiente tabla muestra el valor que se asigna para el Entorno Ecológico de acuerdo al nivel de daño presentado.

Tabla 12. *Entorno Ecológico.*

Calidad del medio			
4	Muy elevada	Daños muy altos: Explotación indiscriminada de RRNN, y existe un nivel de contaminación alto	Área Natural Protegida de administración nacional, regional y privada, zonas de amortiguamiento o ecosistemas frágiles
3	Elevada	Daños altos: Alto nivel de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación moderado	Área fuera del ANP de administración nacional, regional y privada; o de zonas de amortiguamiento o ecosistemas frágiles
2	Media	Daños moderados: Nivel moderado de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación leve	Agrícola
1	Baja	Daños leves: conservación de los RRNN, y no existe contaminación	Industrial

Fuente: Ministerio del Ambiente (24) y Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (44).

- La siguiente tabla muestra el valor que se asigna para el Entorno Socioeconómico de acuerdo al nivel de daño al patrimonio y capital productivo.

Tabla 13. *Entorno Socioeconómico.*

Patrimonio y capital productivo		
4	Muy Alto	Letal: Pérdida del 100% del cuerpo receptor. Se aplica en los casos en que se prevé la pérdida total del receptor. Sin productividad y nula distribución de recursos

3	Alto	Agudo: Pérdida del 50% del receptor. Cuando el resultado prevé efectos agudos y en los casos de una pérdida parcial pero intensa del receptor. Escasamente productiva
2	Bajo	10% y 20% del receptor. Los efectos a largo plazo implican pérdida de funciones que puede hacerse equivalente a ese rango de pérdida del receptor, también se aplica en los casos de escasas pérdidas directas del receptor. Medianamente productiva
1	Muy bajo	Pérdida de entre el 1% y 2% del receptor. Esta se puede clasificar los escenarios que producen efectos, pero difícilmente medido o evaluados, sobre el receptor. Alta productividad

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- Valoración de los escenarios identificados: en este punto se da a conocer el resultado final de la estimación de la gravedad según la fórmula que se muestra en la tabla 08, según ello se le asigna el valor correspondiente como se visualiza en la siguiente tabla.

Tabla 14. *Valoración de los escenarios identificados.*

Crítico	18 - 20	5
Grave	15 - 17	4
Moderada	11 - 14	3
Leve	8 - 10	2
No relevante	5 - 7	1

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- Estimación del riesgo: este es el tercer proceso en el cual se tiene el valor la probabilidad y la consecuencia anteriormente determinadas, las cuales serán multiplicadas para obtener el

valor del riesgo ambiental, tal y como se muestra en la siguiente figura.

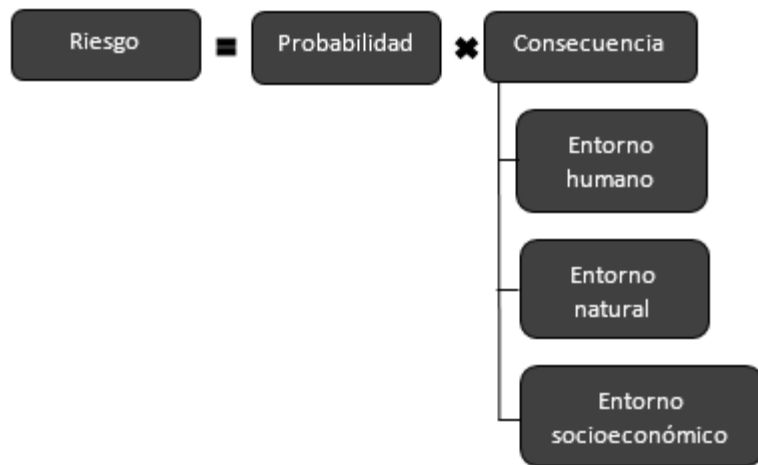





Figura 04. Estimación del riesgo ambiental.

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

En la siguiente tabla se muestra la escala de estimación del riesgo, el cual se halla con el valor matricial y de acuerdo a ello se le asignará el valor promedio para poder trabajar la caracterización del riesgo.

Tabla 15. Escala de estimación del riesgo.

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

Fuente: Ministerio del Ambiente (24).

- Caracterización del riesgo: este punto es el último proceso de la evaluación del riesgo ambiental, el cual se realiza a base de cada entorno, es mostrado en porcentaje, siendo hallado

gracias a la sumatoria de los entornos, y de acuerdo a su valor se establece como riesgo significativo, moderado o leve.

- Fórmula para hallar la caracterización del riesgo:

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

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de las fuentes de riesgo relacionados a los vertimientos de las aguas residuales de la laguna de Paca

De acuerdo Informe Técnico N° 058-2015-ANA-AAA X MANTARO-ALA MANTARO.AT/MAV (45), se logró identificar las fuentes de contaminación como se detalla a continuación.

- Vertimiento de aguas residuales provenientes de pozos sépticos identificados en los restaurantes turísticos a los alrededores de la laguna de Paca:

De acuerdo Informe Técnico N° 058-2015-ANA-AAA X MANTARO-ALA MANTARO.AT/MAV (45), se identificaron 13 pozos sépticos, siendo construidos en los recreos turísticos los cuales están ubicados a los alrededores de la laguna de Paca, en el distrito de Pancán. Estos pozos sépticos son utilizados como almacenes temporales de aguas residuales, excretas, entre otros, provenientes de las actividades comerciales y domésticas, los cuales no reciben ningún tipo de tratamiento y de esta manera siendo vertidas hacia la laguna. En las siguientes tablas se muestra la ubicación de éstos con sus respectivas coordenadas UTM.

- a) Pozo séptico 1: la primera fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 16. *Ubicación del pozo séptico 1.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS1	8702074	444522	3382

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Atapoma Simeón César.
- Nombre del Recreo Turístico: el Rinconcito de los Recuerdos.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma rectangular, con las dimensiones de 0.80 m x 1 m x 1.20 m de profundidad, en cuanto a la construcción solo se evidenció que se realizó una excavación de tierra y se encuentra expuesta al aire libre.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

b) Pozo séptico 2: la segunda fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 17. *Ubicación del pozo séptico 2.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS2	8702168	444475	3378

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sra. Palomino de Barzola Martínez Irene.
- Nombre del Recreo Turístico: Las Brisas.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma cuadrada con las dimensiones de 1 m x 1 m x 1.30 m de profundidad, la infraestructura está construida de concreto y la tapa en base de madera.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

c) Pozo séptico 3: la tercera fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 18. *Ubicación del pozo séptico 3.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS3	8702205	444479	3380

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Pahuacho Pizarro Zósimo.
- Nombre del Recreo Turístico: El Reflejo.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma cuadrada, con las dimensiones de 1.2 m x 1.2 m x 1.35 m de profundidad, la infraestructura está construida de concreto al igual que la tapa.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

d) Pozo séptico 4: la cuarta fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 19. *Ubicación del pozo séptico 4.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS4	8702230	444459	3383

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Pahuacho Pizarro Richard.
- Nombre del Recreo Turístico: La Campana de Oro.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma cuadrado presenta las dimensiones de 1 m x 1 m x 1.20 m de profundidad, la infraestructura está construida de concreto al igual que la tapa.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

e) Pozo séptico 5: la quinta fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 20. *Ubicación del pozo séptico 5.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS5	8702273	444453	3387

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Franco Pahuacho.
- Nombre del Recreo Turístico: Sirena de Oro.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma cuadrada presenta una dimensión de 1 m x 1 m x 1.30 m de profundidad, la infraestructura está construida de concreto y la tapa de metal.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

- f) Pozo séptico 6: la sexta fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 21. *Ubicación del pozo séptico 6.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS6	8702331	444407	3381

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Refulio Llanto Ángel Omar.
- Nombre del Recreo Turístico: La Isla.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma rectangular, con las dimensiones de 1.10 m x 0.80 m x 1.35 m de profundidad, la infraestructura está construida de concreto, este no cuenta con tapa.

- g) Pozo séptico 7: la séptima fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 22. *Ubicación del pozo séptico 7.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS7	8702359	444403	3382

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Barzola Martínez Alcides.
- Nombre del Recreo Turístico: El Encanto.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma cuadrada, con las dimensiones de 1.20 m x 1.20 m x 1.40 m de profundidad, la infraestructura está construida de cemento y la tapa de metal.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

h) Pozo séptico 8: la octava fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 23. *Ubicación del pozo séptico 8.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS8	8702389	444397	3383

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sra. Franco Palomino Cecilia.
- Nombre del Recreo Turístico: Las Olas.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma rectangular, con las dimensiones de 1.10 m* 0.70 m *1.25 m de profundidad, la infraestructura está construida de concreto al igual que la tapa.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

i) Pozo séptico 9: la novena fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 24. *Ubicación del pozo séptico 9.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS9	8702446	444335	3181

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Bacilio Huanuco Fidel.
- Nombre del Recreo Turístico: La Estancia.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- Características: el pozo es de forma cuadrada, con las dimensiones de 0.80 m x 1 m x 1.20 m de profundidad, en cuanto a la construcción solo se evidenció que se realizó una excavación de tierra, este está cubierto con calamina.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

j) Pozo séptico 10: la décima fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 25. *Ubicación del pozo séptico 10.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS10	8702445	444323	3388

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sr. Ñaupari García Daniel.
- Nombre del Recreo Turístico: Coripata.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- El pozo es de forma cuadrada, con las dimensiones de 1.05 m x 1.05 m x 1.10 m de profundidad, la infraestructura es de concreto al igual que la tapa.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

k) Pozo séptico 11: la undécima fuente de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 26. *Ubicación del pozo séptico 11.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS11	8703168	443752	3389

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario del local: Sra. Soriano Castro Yanet.
- Nombre del Recreo Turístico: El Atlántico.
- Ubicación: Av. Real S/N - Pancán - Jauja.
- El pozo es de forma rectangular, con las dimensiones de 1 m x 1.15 m x 1.25 m de profundidad, la infraestructura es de concreto al igual que la tapa que la cubre.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

- l) Pozos sépticos 12.1 y 12.2: constituyen a otra de las fuentes de riesgo ambiental en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 27. *Ubicación de los pozos sépticos 12.1 y 12.2.*

Códigos	Norte	Este	Altitud
PS12.1	8704048	443774	3383
PS12.2	8705609	443848	3390

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario: Municipalidad de Paca.
- Ubicación: Paca - Jauja.
- El pozo es de forma rectangular, con las dimensiones de 1.10 m x 1 m x 1.43 m de profundidad, la infraestructura es de concreto al igual que la tapa que la cubre.
- Forma de vertimiento: infiltración por agua subterránea.

- m) Pozo séptico 13: la última fuente de riesgo ambiental proveniente de los pozos sépticos vertidos en la laguna de Paca, presenta la siguiente información.

Tabla 28. *Ubicación del pozo séptico 13.*

Código	Norte	Este	Altitud
PS11	8703168	443752	3389

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

- Propietario: Centro de Salud de Paca.
 - Ubicación: Paca - Jauja.
 - Responsable: Lic. Huamancaja Hospinal Rita.
 - El pozo es de forma rectangular, con las dimensiones de 0.95 m x 1 m x 1.35 m de profundidad, la infraestructura es de concreto al igual que la tapa que la cubre.
 - Forma de vertimiento: Infiltración por agua subterránea.
- Vertimiento de aguas residuales provenientes de las actividades domésticas:

De acuerdo al Informe Técnico N° 058-2015-ANA-AAA X MANTARO-ALA MANTARO.AT/MAV, uno de los puntos de vertimientos de aguas residuales domésticas a la laguna de Paca, se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), el cual está ubicado en el sector Juchapampa, en el distrito de Paca, provincia de Jauja, siendo administrado por la Municipalidad distrital de Paca, sin embargo, dicha Planta se encuentra inoperativa. La PTAR cuenta con un tratamiento preliminar, el cual utiliza la trampa de grasas, este tratamiento tiene la finalidad de retener las partículas pequeñas de grasas, aceites, entre otros residuos, luego de ello se encuentra el tratamiento primario el cual utiliza un sistema tipo Tanque Imhoff, este permite la remoción de los sólidos suspendidos, siendo el tratamiento principal del agua residual del distrito de Paca, el caudal de operación a inicios de la planta fue de 0.1 l/s, finalmente se tiene como tratamiento secundario al lecho de secados, dicho tratamiento busca remover la humedad del residuo (45). En la tabla siguiente se presenta su ubicación.

Tabla 29. *Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Paca*

Código	Norte	Este	Altitud
PTAR PACA	8705270	444979	3373

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

Tabla 30. *Ubicación del canal de riego.*

Código	Norte	Este	Altitud
CDR	8704762	444039	3373

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (45).

4.2. Otras fuentes

4.2.1. Actividad ganadera y agrícola

Según el Informe N° 870-2013-AG-DGFFS-DGEFFS presentado por el Ministerio de Agricultura en el año 2013, menciona en primer lugar la actividad ganadera en la faja marginal de la laguna con ubicación en el distrito de Paca, donde se desarrolla la crianza del ganado de tipo vacuno, por otro lado, se desarrolla la actividad agrícola, como los cultivos de forraje, especies de tubérculos y algunas verduras. Además, mencionan que, ambas actividades se desarrollan de manera habitual e intensiva, por lo que no se consideran como riesgos hacia la laguna (46).

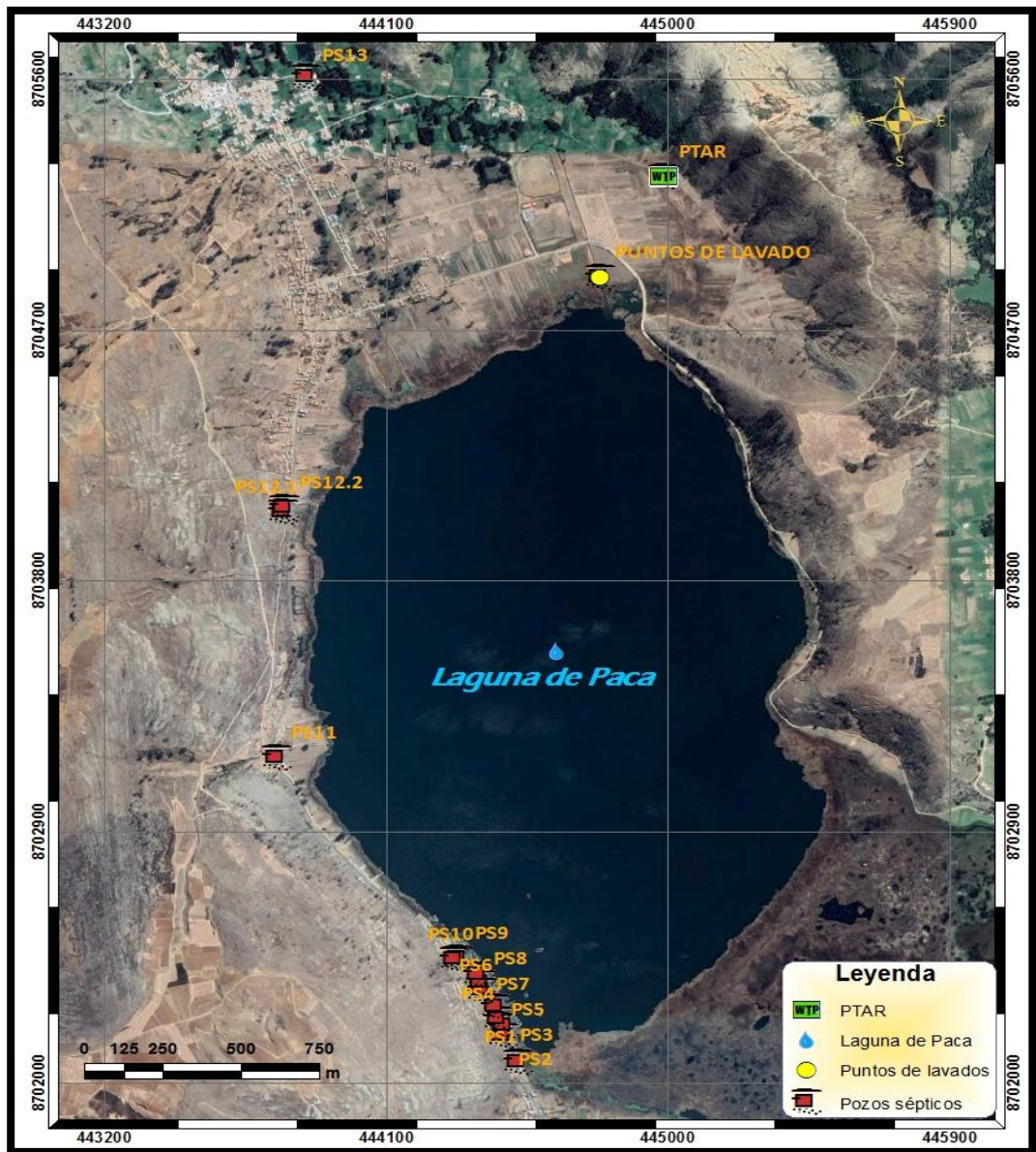


Figura 05. Mapa de ubicación de fuentes de riesgo en los alrededores de la laguna de Paca - Jauja.

Fuente: elaboración propia.

4.3. Análisis de riesgos ambientales

Para el desarrollo de los riesgos ambientales se llevó a cabo la recopilación de información de diversas fuentes, considerando lo siguiente:

- Identificación de peligros: de acuerdo con el análisis realizado y teniendo como base de información a la Guía metodológica del Ministerio del Ambiente (24) se analizó la identificación de peligros que existe en la laguna de Paca.

Tabla 31. *Identificación de peligros.*

Factor	Humano	Ecológico	Socioeconómico	
Antrópico	Causa	Vertimiento de aguas residuales	Alteración del paisaje	Falta de economía de la población como la del sector que cuida la laguna
	Efecto	Deterioro ambiental de la laguna de Paca	Deterioro de la calidad de agua de la laguna.	Efectos adversos en la calidad ambiental de la laguna.

Fuente: elaboración propia.

- Determinación de escenarios de riesgo: para el desarrollo de la determinación de escenarios se realizó el levantamiento de información con respecto a la zona de estudio de la laguna de Paca, de esta manera se recopiló la siguiente información:
 - Características generales de la zona de estudio:
 - Ubicación: la laguna de Paca se encuentra ubicada en el distrito de Paca, Pancan y San Pedro de Chunan, en la provincia de Jauja, perteneciente al departamento de Junín.
 - Uso actual: la laguna de Paca es considerada como uno de los mayores atractivos turísticos como lo mencionó el Ing. Julio Ignacio de la Cruz Delgado, quien fue Director de la AAA Mantaro en el año 2018 (47). Además de ello la laguna de Paca en el año 2013 fue inscrita por el Ministerio de Agricultura y Riego en la lista de ecosistemas frágiles con R.M. N° 0402-2013-MINAGRI, considerando que el estado se encuentra en la obligación de promover la conservación de la diversidad biológica. Redes de drenaje y saneamiento: El distrito de Paca no cuenta con redes de drenaje y saneamiento.
 - Entorno físico:

- La recopilación de información se obtuvo del monitoreo de la calidad agua superficial realizada por la ANA en el año 2019 (47).
 - Características físicas:
 - Extensión: La laguna de Paca presenta una extensión de 21.40 km².
 - Profundidad máxima: 17.63 m.
 - Humedad: 58 %.
 - Vientos: 8 km/h.
 - Precipitaciones: 3 %.
 - Espejo de agua: 3071592.07 m².
 - Volumen de almacenamiento: 41085408.05 m³.

- Actividades antropogénicas:
 - Vertimiento de materia orgánica: la laguna de Paca no es ajena a la contaminación producto de las aguas procedentes de alcantarillado de las poblaciones aledañas a esta, debido a que no se cuenta con sistema de desagüe. Al verter la materia orgánica hacia la laguna a largo tiempo puede provocar el proceso de eutrofización debido al exceso de nutrientes, viéndose afectadas tanto la flora y fauna que alberga esta laguna (46).
 - Inadecuado manejo de residuos sólidos: la población aledaña a la laguna de Paca no realiza un buen manejo de los residuos sólidos, puesto que alrededor de este cuerpo de agua se concentran puntos de acopio de residuos. Esto origina una significativa contaminación y un mal aspecto paisajístico en la laguna, siendo este un atractivo turístico (46).

- Zona vulnerable/afectada:

Por lo antes mencionado, la zona afectada viene a ser la laguna de Paca, afectando la flora y fauna de la misma. En el Informe N° 870-2013-AG-DGFFS-DGEFFS (46), presentado por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, anteriormente MINAGRI, menciona que, la laguna de Paca

presenta un significativo nivel de vulnerabilidad, y si no se llegara a tomar las acciones necesarias se llegarán a alterar su estructura y composición.

- Relaciones públicas:
 - Entidad gubernamental: Municipalidad Distrital de Paca.
- Calidad de la gestión ambiental:

No se identifica ningún sistema de gestión ambiental que se aplique en la laguna.

- Formulación de escenario de riesgo: en la siguiente tabla se muestra la formulación de escenarios de riesgo para el peligro de vertimiento.

Tabla 32. *Formulación de escenarios de riesgo.*

Tipología de peligro		Sustancia o evento	Escenario de riesgo	Causas	Consecuencias
Ubicación de la zona	Natural	Vertimiento de aguas residuales	Encuentro de las aguas residuales con las aguas de la laguna de Paca.	- Falta de redes de drenaje y saneamiento. - Falta de mantenimiento en la PTAR - Paca.	Contaminación de las aguas de la laguna de Paca.
	Antropico				
Jauja - Junín	X				

Fuente: elaboración propia.

4.4. Evaluación

A continuación, se presentan los resultados del monitoreo realizado por la Autoridad Nacional del Agua el 19 de diciembre del 2019 en época de transito de estiaje a avenida, ya que es en esta fecha en donde las concentraciones de los parámetros analizados son significativas, además de realizar los monitoreos en seis (6) puntos referenciales los cuales fueron tomados en base al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

4.4.1. Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la laguna de Paca en el año 2019

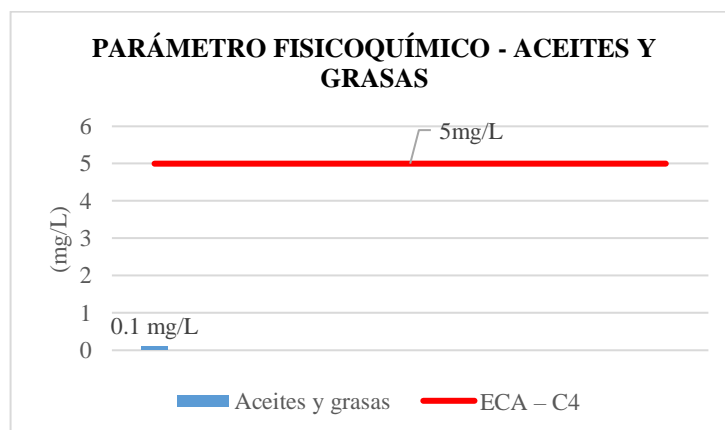
Las siguientes tablas indican los resultados de los parámetros monitoreados del agua destinada para Conservación del ambiente acuático, Lagunas y lagos, Categoría 4. Los resultados son representados en gráficos consecuentes de las tablas. Los parámetros fisicoquímicos analizados son: pH, nitrógeno total, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), aceites y grasas, oxígeno disuelto, fósforo total y sólidos suspendidos totales. El parámetro microbiológico analizado son los coliformes termotolerantes.

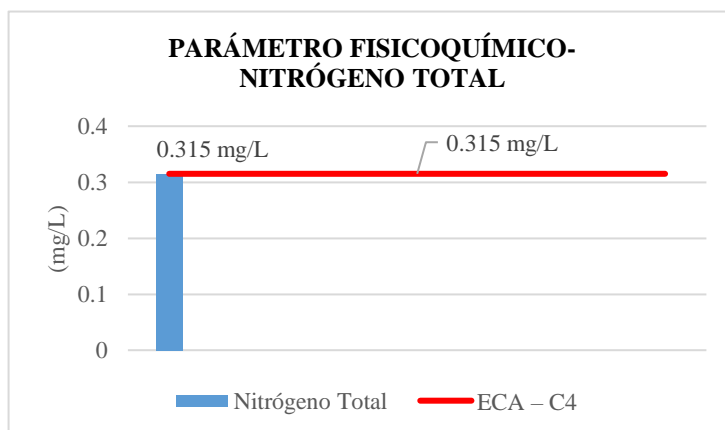
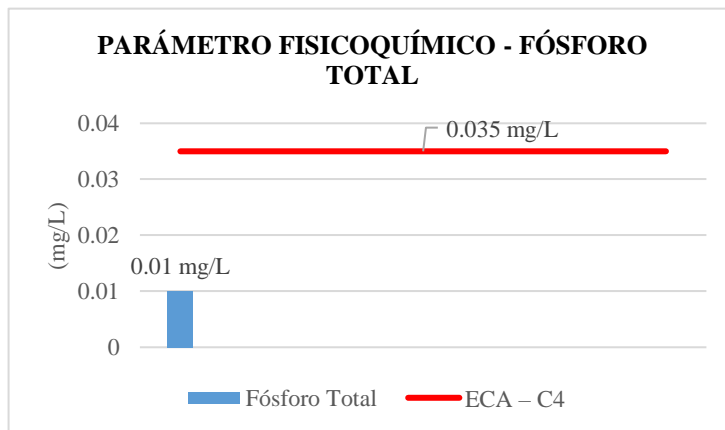
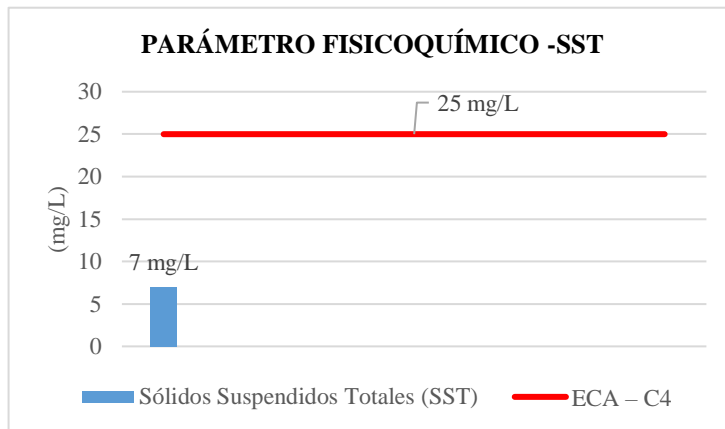
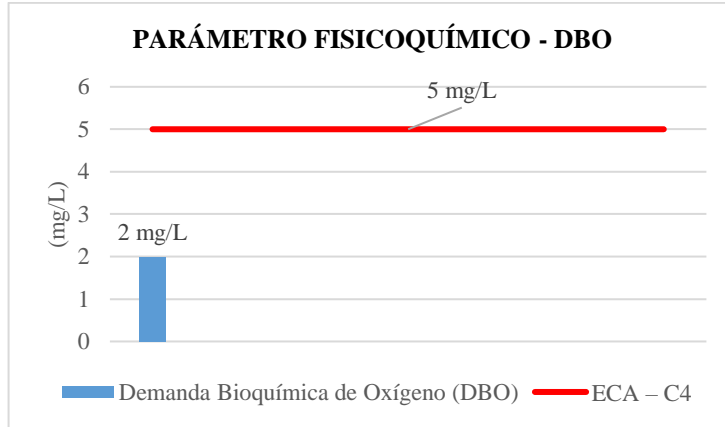
- Resultados de los parámetros fisicoquímicos:

Tabla 33. *Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 1.*

LP1							
Parámetros Fisicoquímicos							
Año	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	Fósforo mg/L	Nitrógeno total mg/L	OD mg/L	pH
Informe 2019	0.1	2	7	0.01	0.315	8.627	8.804
ECA - C4	5	5	≤ 25	0.035	0.315	≥ 5	6 - 9

Fuente: elaboración propia.





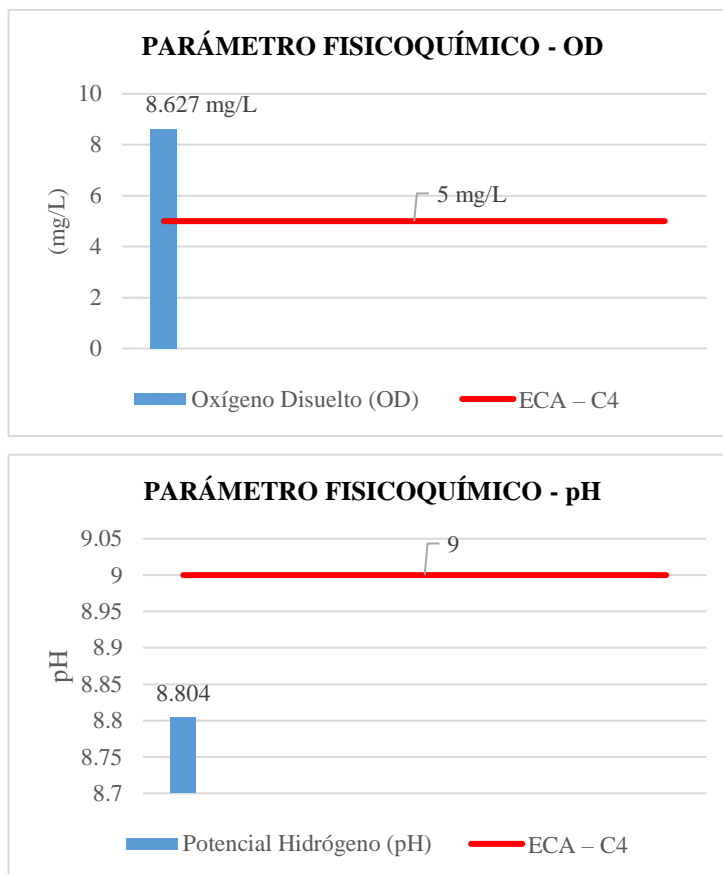


Figura 06. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 1.

Fuente: elaboración propia.

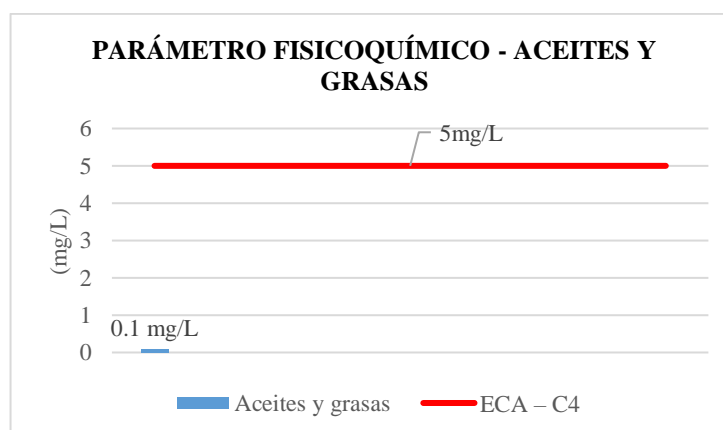
Interpretación: se presenta la comparación entre los resultados de los parámetros analizados en el punto LP1 y Estándar de Calidad Ambiental - Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, E1, Lagunas y lagos: (A) se muestra el resultado obtenido para el parámetro aceites y grasas, donde el valor de concentración resultante fue de 0.1 mg/L y la concentración del ECA establecido de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (B) la concentración para el parámetro de DBO fue de 2 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (C) se muestra el resultado obtenido para el parámetro sólidos suspendidos totales, donde el valor de concentración resultante fue de 7 mg/L y la concentración del ECA establecido es \leq que 25 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (D) la concentración

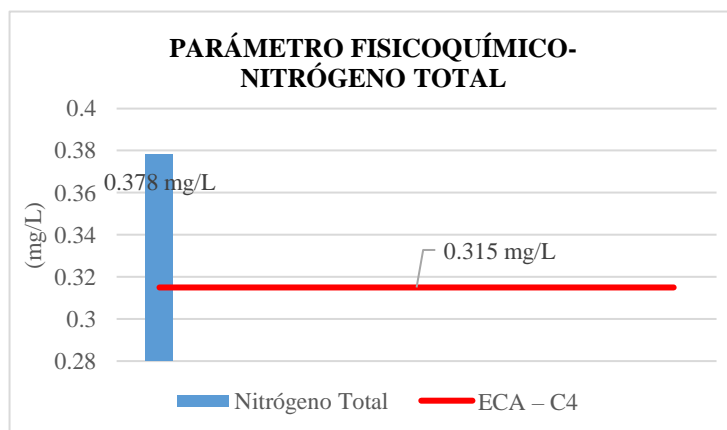
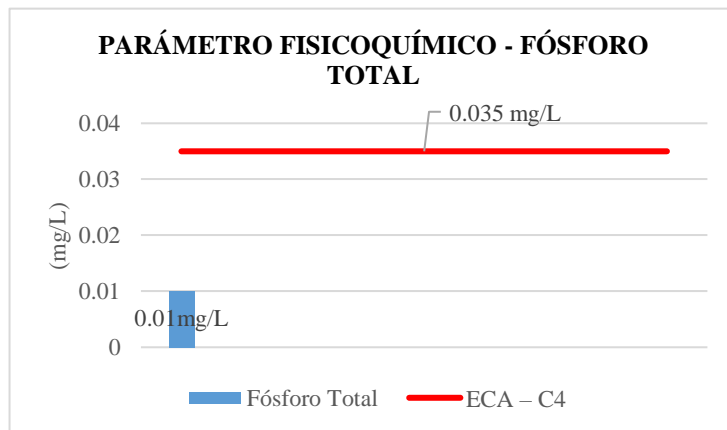
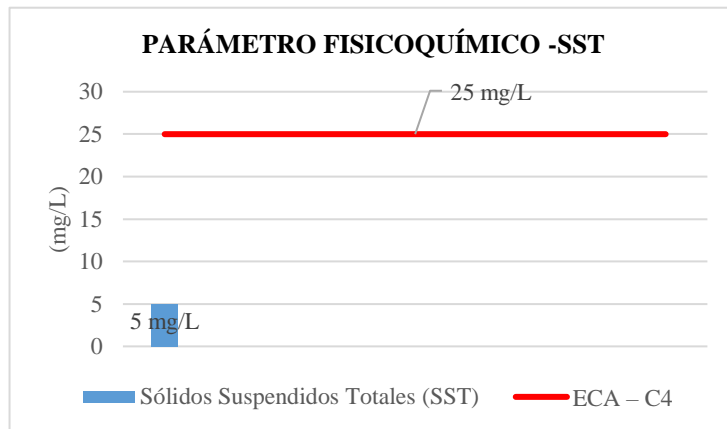
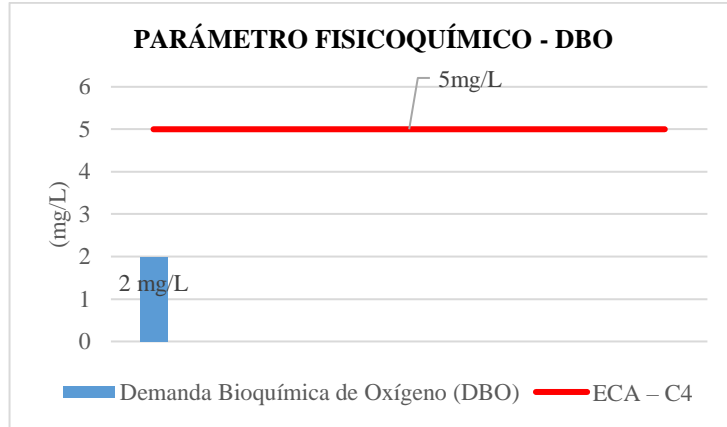
para el parámetro de fósforo total fue de 0.01 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de 0.035 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (E) se muestra el resultado obtenido para el parámetro nitrógeno total, donde el valor de concentración resultante fue de 0.315 mg/L y la concentración del ECA establecido de 0.315 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (F) la concentración para el parámetro de oxígeno disuelto fue de 8.627 mg/L y la concentración establecido por el ECA es \geq que 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (G) se muestra el resultado obtenido para el parámetro pH, donde el valor de concentración resultante fue de 8.804 y la concentración del ECA establecido de 6.5 a 9.0, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención.

Tabla 34. *Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 2.*

LP2							
Parámetros Fisicoquímicos							
Año	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	Fósforo mg/L	Nitrógeno total mg/L	OD mg/L	pH
Informe 2019	0.1	2	5	0.01	0.378	8.6	8.985
ECA - C4	5	5	≤ 25	0.035	0.315	≥ 5	6 - 9

Fuente: elaboración propia.





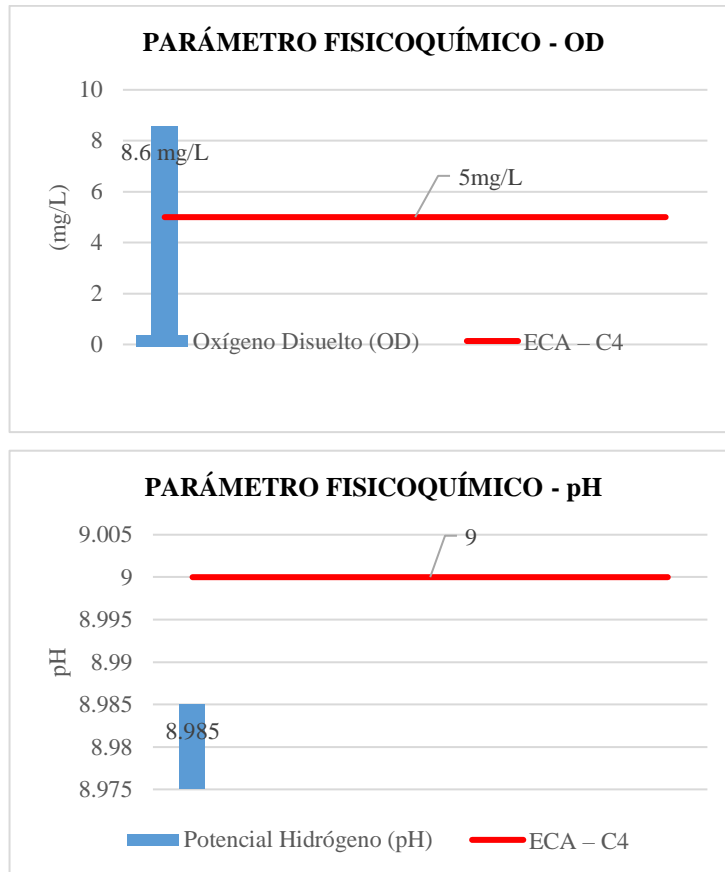


Figura 07. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 2.

Fuente: elaboración propia.

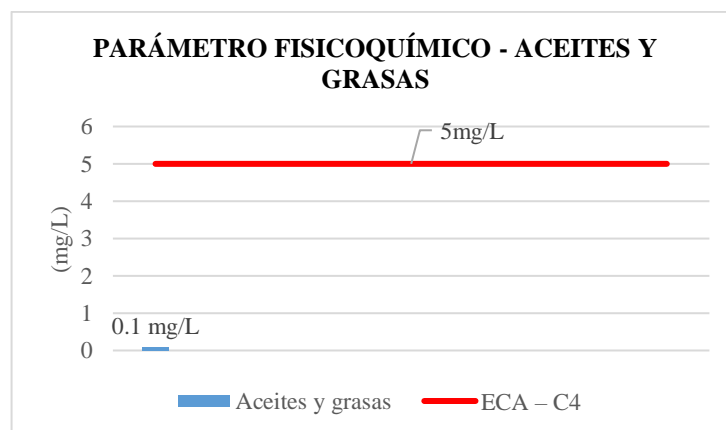
Interpretación: se presenta la comparación entre los resultados de los parámetros analizados en el punto LP2 y Estándar de Calidad Ambiental - Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, E1, Lagunas y lagos: (A) Se muestra el resultado obtenido para el parámetro aceites y grasas, donde el valor de concentración resultante fue de 0.1 mg/L y la concentración del ECA establecido de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (B) la concentración para el parámetro de DBO fue de 2 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (C) se muestra el resultado obtenido para el parámetro sólidos suspendidos totales, donde el valor de concentración resultante fue de 5 mg/L y la concentración del ECA establecido de es \leq que 25 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (D) la

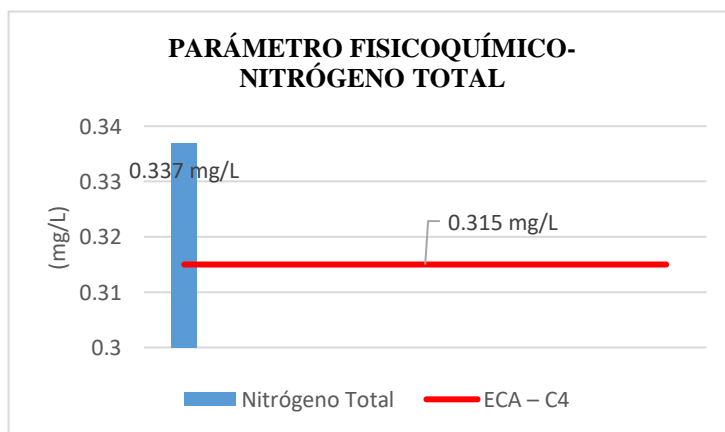
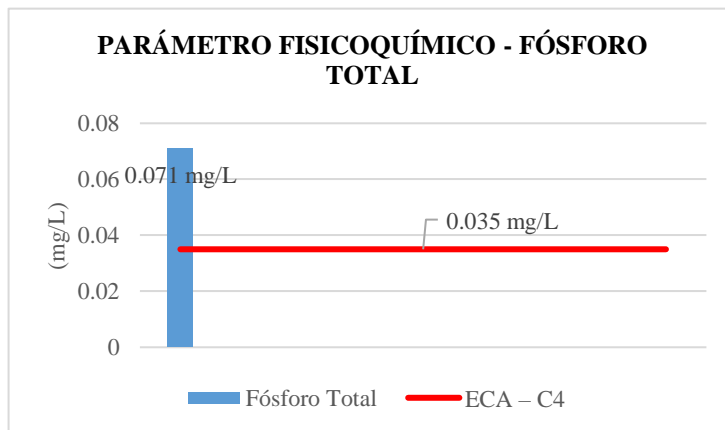
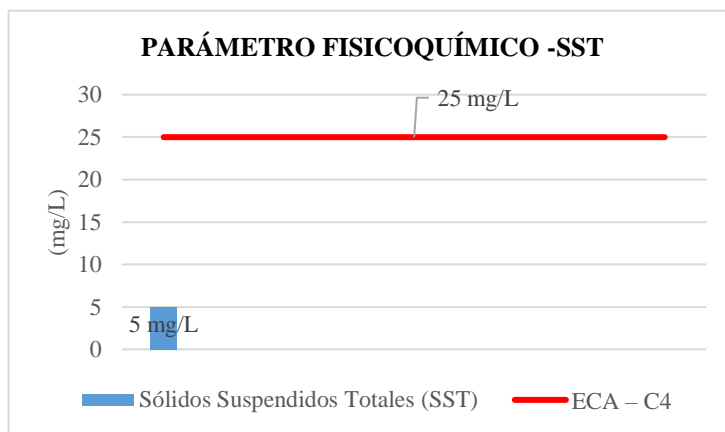
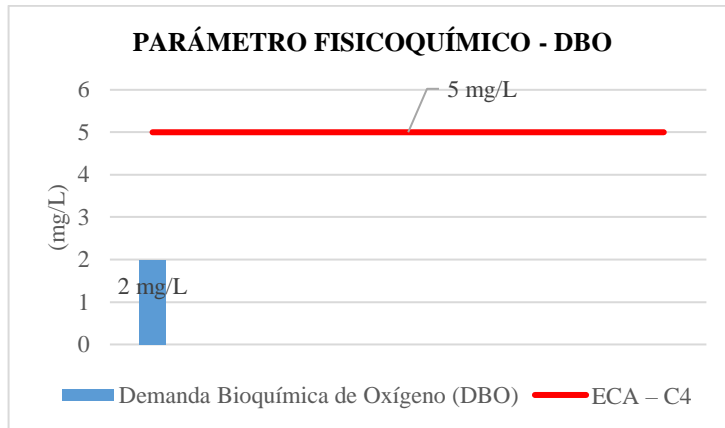
concentración para el parámetro de fósforo total fue de 0.01 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de 0.035 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (E) se muestra el resultado obtenido para el parámetro nitrógeno total, donde el valor de concentración resultante fue de 0.378 mg/L y la concentración del ECA establecido de 0.315 mg/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en mención; (F) la concentración para el parámetro de oxígeno disuelto fue de 8.6 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de \geq que 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (G) se muestra el resultado obtenido para el parámetro pH, donde el valor de concentración resultante fue de 8.985 y la concentración del ECA establecido de 9, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención.

Tabla 35. *Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 3.*

LP3							
Parámetros Fisicoquímicos							
Año	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	Fósforo mg/L	Nitrógeno total mg/L	OD mg/L	pH
Informe 2019	0.1	2	6	0.071	0.337	8.34	9.2
ECA - C4	5	5	≤ 25	0.035	0.315	≥ 5	6 - 9

Fuente: elaboración propia.





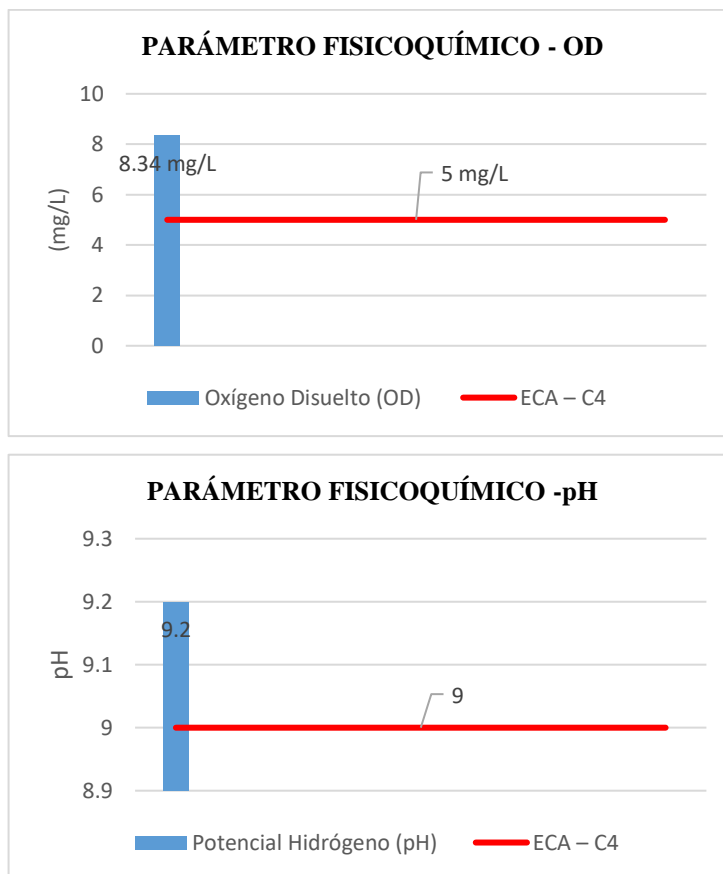


Figura 08. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 3.

Fuente: elaboración propia.

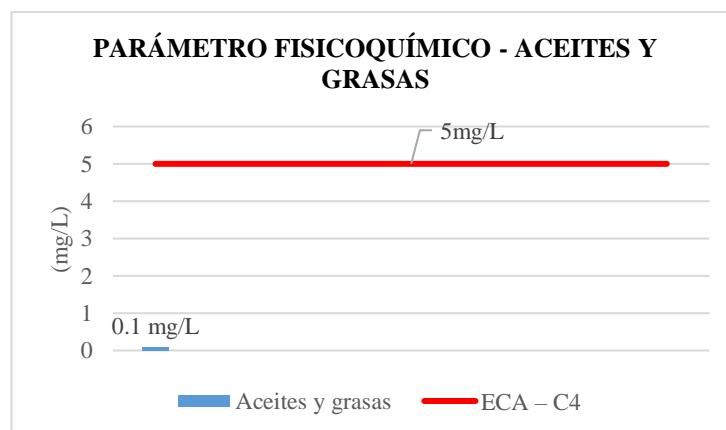
Interpretación: se presenta la comparación entre los resultados de los parámetros analizados en el punto LP3 y Estándar de Calidad Ambiental - Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, E1, Lagunas y lagos: (A) se muestra el resultado obtenido para el parámetro aceites y grasas, donde el valor de concentración resultante fue de 0.1 mg/L y la concentración del ECA establecido de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (B) la concentración para el parámetro de DBO fue de 2 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (C) se muestra el resultado obtenido para el parámetro sólidos suspendidos totales, donde el valor de concentración resultante fue de 5 mg/L y la concentración del ECA establecido de \leq que 25 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (D) la concentración

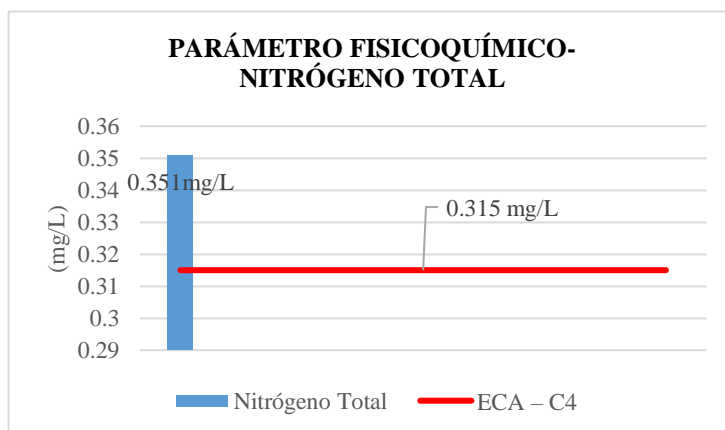
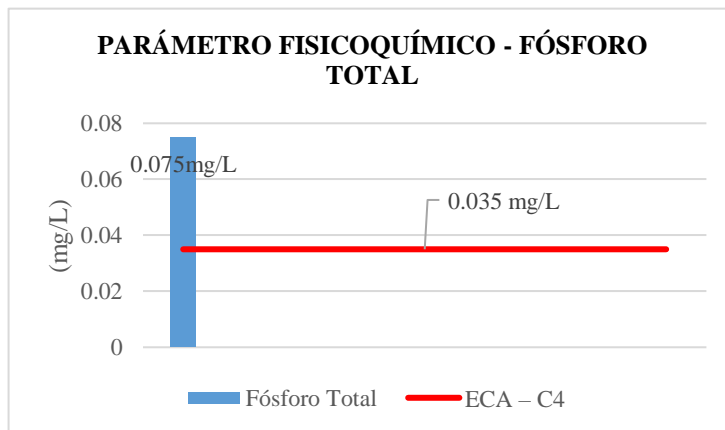
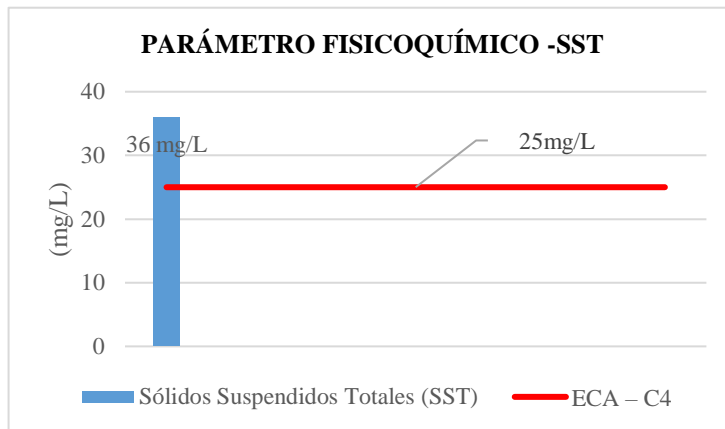
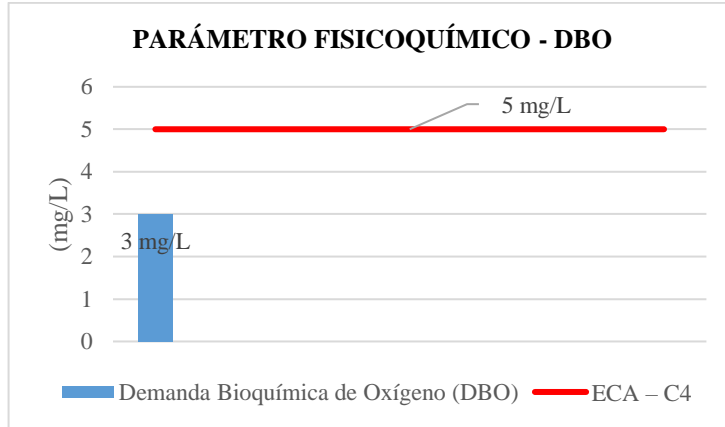
para el parámetro de fósforo total fue de 0.071 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de 0.035 mg/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en mención; (E) se muestra el resultado obtenido para el parámetro nitrógeno total, donde el valor de concentración resultante fue de 0.337 mg/L y la concentración del ECA establecido de 0.315 mg/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en mención; (F) la concentración para el parámetro de oxígeno disuelto fue de 8.34 mg/L y la concentración establecido por el ECA es de \geq que 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (G) se muestra el resultado obtenido para el parámetro pH, donde el valor de concentración resultante fue de 9.2 y la concentración del ECA establecido de 9, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en mención.

Tabla 36. *Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 4.*

LP4							
Parámetros Fisicoquímicos							
Año	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	Fósforo mg/L	Nitrógeno total mg/L	OD mg/L	pH
Informe 2019	0.1	3	36	0.075	0.355	7.94	8.94
ECA - C4	5	5	≤ 25	0.035	0.315	≥ 5	6 - 9

Fuente: elaboración propia.





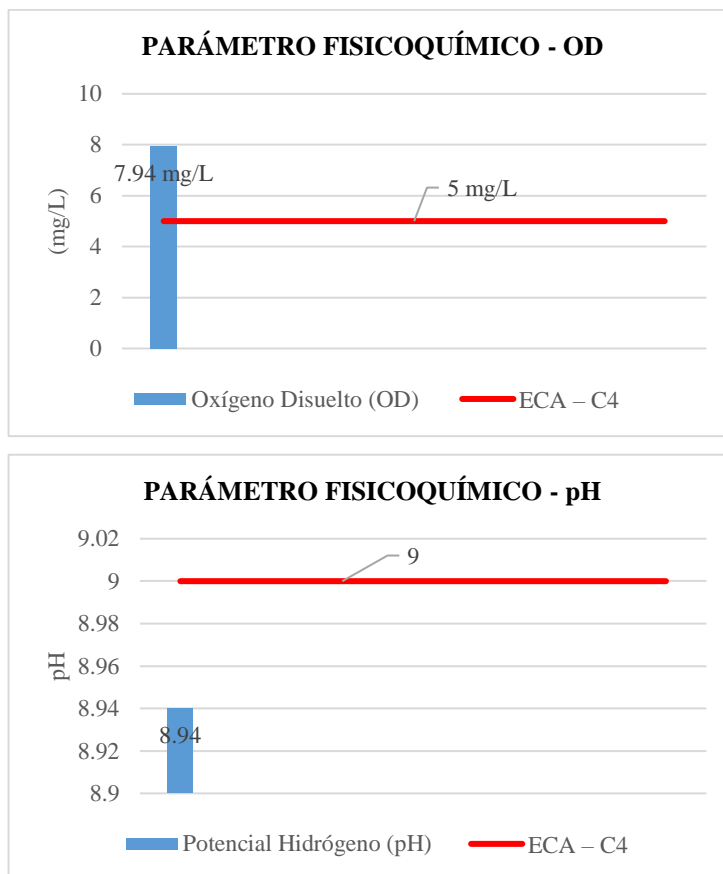


Figura 09. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 4.

Fuente: elaboración propia.

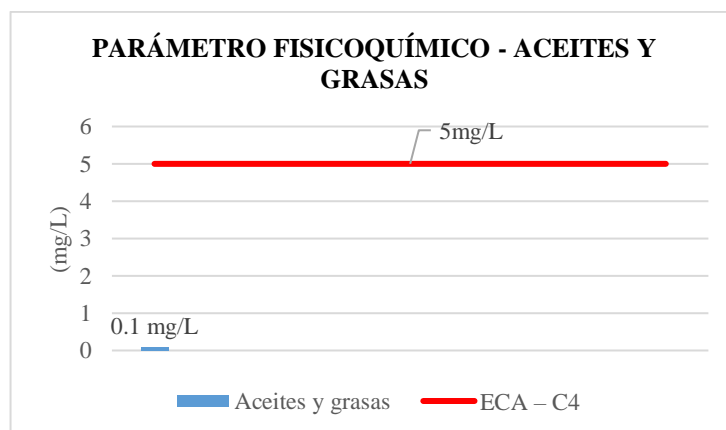
Interpretación: se presenta la comparación entre los resultados de los parámetros analizados en el punto LP4 y Estándar de Calidad Ambiental - Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, E1, Lagunas y lagos: (A) se muestra el resultado obtenido para el parámetro aceites y grasas, donde el valor de concentración resultante fue de 0.1 mg/L y la concentración del ECA establecido de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (B) la concentración para el parámetro de DBO fue de 3 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa ya mencionada; (C) se muestra el resultado obtenido para el parámetro sólidos suspendidos totales donde el valor de concentración resultante fue de 36 mg/L y la concentración del ECA establecido de ≤ 25 mg/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en referencia; (D) la

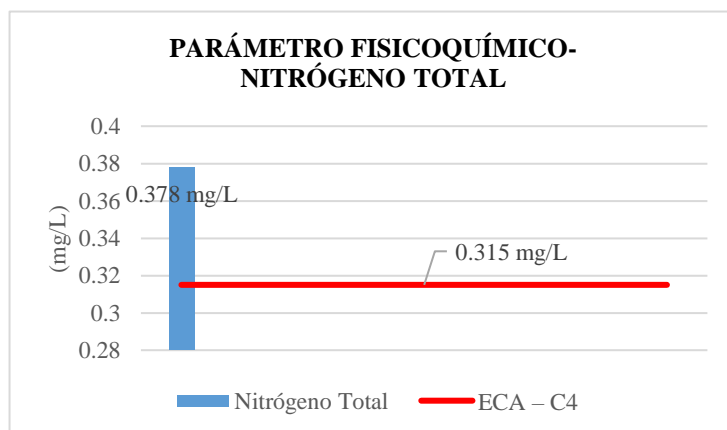
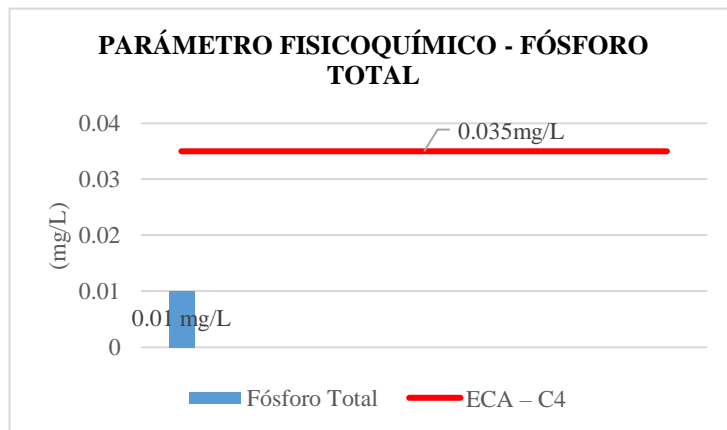
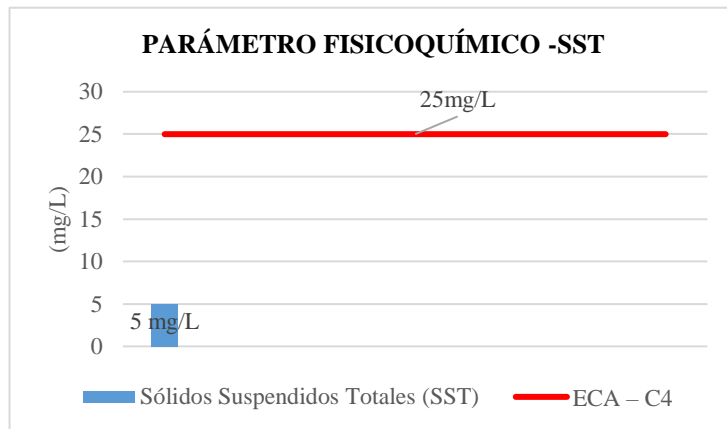
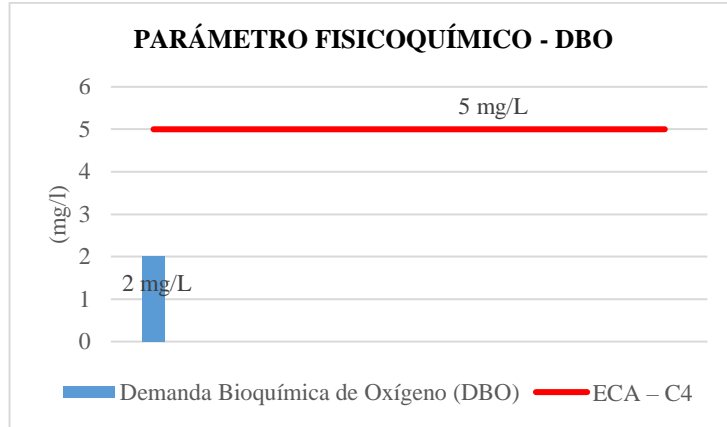
concentración para el parámetro de fósforo total fue de 0.075 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de 0.035 mg/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa mencionada; (E) se muestra el resultado obtenido para el parámetro nitrógeno total, donde el valor de concentración resultante fue de 0.355mg/L y la concentración del ECA establecido es de 0.315 mg N/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en mención; (F) la concentración para el parámetro de oxígeno disuelto fue de 7.94 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de ≥ 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa referida anteriormente; (G) se muestra el resultado obtenido para el parámetro pH, donde el valor de concentración fue de 8.94 mg/L y la concentración establecida por el ECA oscila en el rango de 6.5 - 9.0, por tanto, este parámetro cumple con la normativa referida.

Tabla 37. *Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 5.*

LP5							
Parámetros Fisicoquímicos							
Año	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	Fósforo mg/L	Nitrógeno total mg/L	OD mg/L	pH
Informe 2019	0.1	2	5	0.01	0.351	8.379	8.604
ECA - C4	5	5	≤ 25	0.035	0.315	≥ 5	6 - 9

Fuente: elaboración propia.





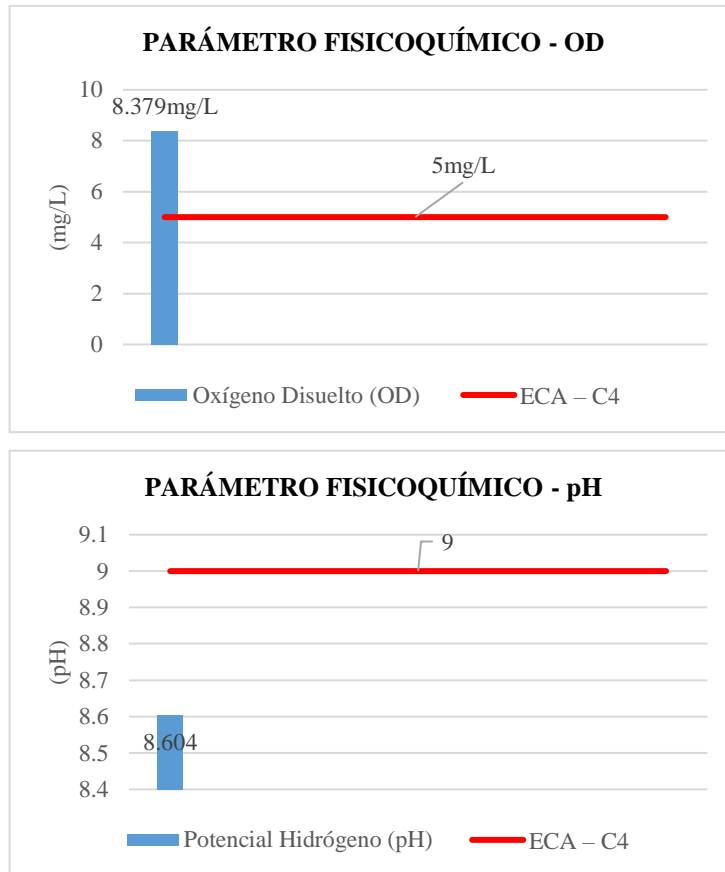


Figura 10. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 5.

Fuente: elaboración propia.

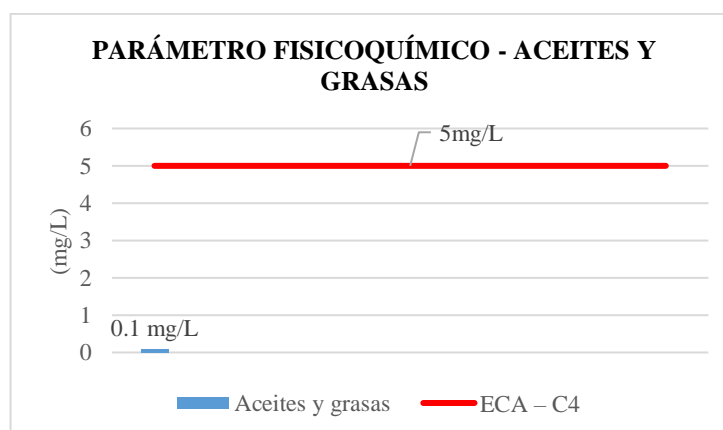
Interpretación: se presenta la comparación entre los resultados de los parámetros analizados en el punto LP5 y Estándar de Calidad Ambiental - Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, E1, Lagunas y lagos: (A) se muestra el resultado obtenido para el parámetro aceites y grasas, donde el valor de concentración resultante fue de 0.1 mg/L y la concentración del ECA establecido de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa ya mencionada; (B) la concentración para el parámetro de DBO fue de 2mg/L y la concentración establecida por el ECA es de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (C) se muestra el resultado obtenido para el parámetro sólidos suspendidos totales donde el valor de concentración resultante fue de 5 mg/L y la concentración del ECA establecido de ≤ 25 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa referida; (D) la concentración para

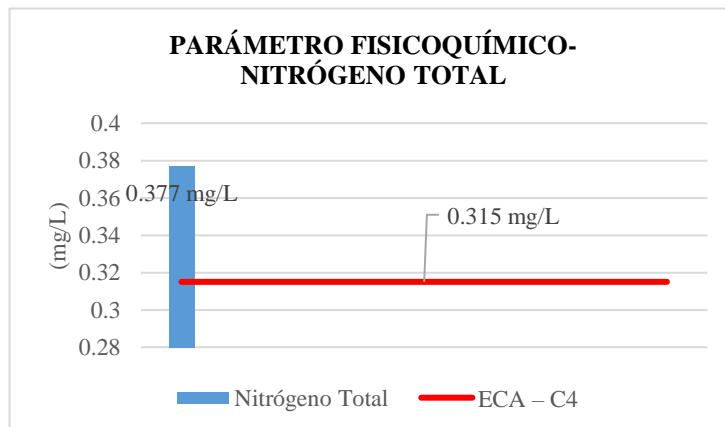
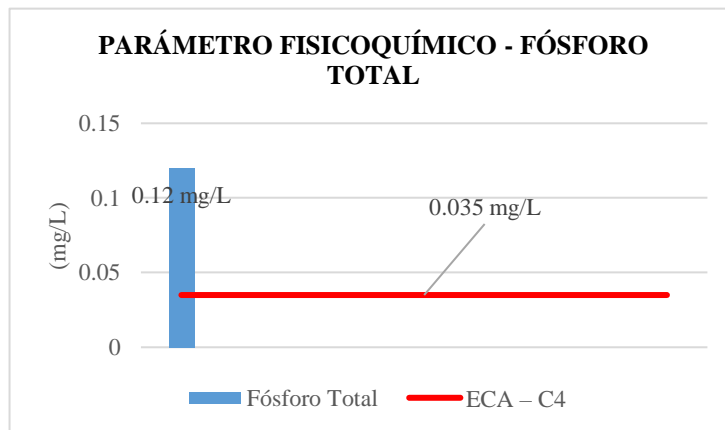
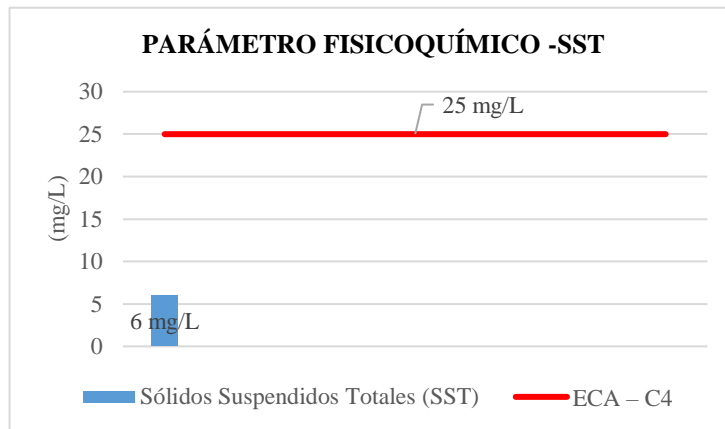
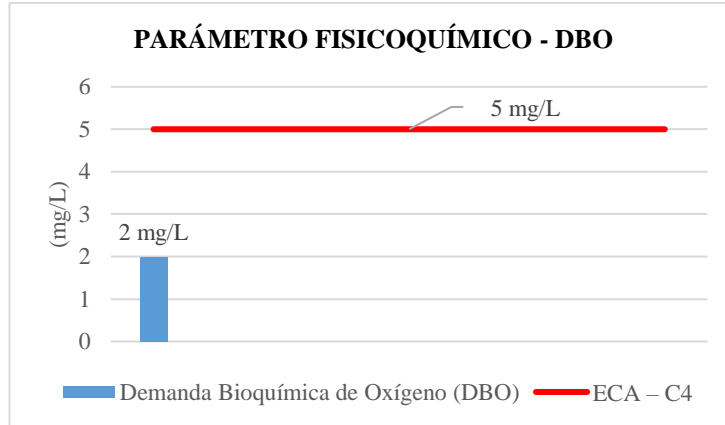
el parámetro de fósforo total fue de 0.010 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de 0.035 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa mencionada; (E) se muestra el resultado obtenido para el parámetro nitrógeno total, donde el valor de concentración resultante fue de 0.351mg/L y la concentración del ECA establecido es de 0.315 mg N/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en referencia; (F) la concentración para el parámetro de oxígeno disuelto fue de 8.379 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de ≥ 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (G) se muestra el resultado obtenido para el parámetro pH, donde el valor de concentración fue de 8.604 mg/L y la concentración establecida por el ECA oscila en el rango de 6.5 - 9.0, por tanto, este parámetro cumple con la normativa referida.

Tabla 38. *Parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 6.*

LP6							
Parámetros Fisicoquímicos							
Año	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	Fósforo mg/L	Nitrógeno total mg/L	OD mg/L	pH
Informe 2019	0.1	2	6	0.12	0.377	8.676	8.772
ECA - C4	5	5	≤ 25	0.035	0.315	≥ 5	6 - 9

Fuente: elaboración propia.





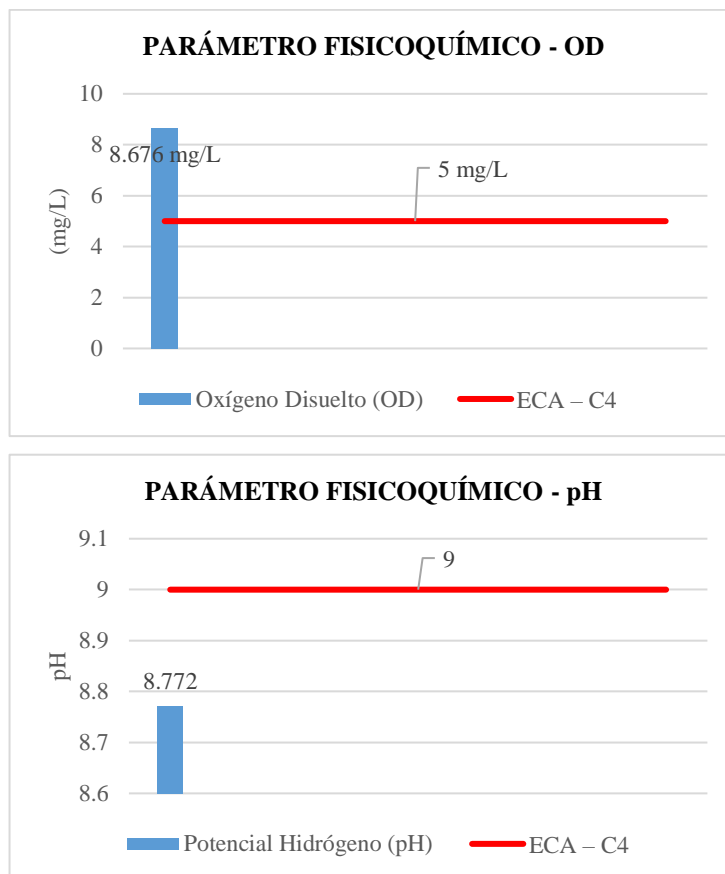


Figura 11. Gráficos para los parámetros fisicoquímicos analizados en el punto 6.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: se presenta la comparación entre los resultados de los parámetros analizados en el punto LP6 y Estándar de Calidad Ambiental - Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, E1, Lagunas y lagos: (A) se muestra el resultado obtenido para el parámetro aceites y grasas, donde el valor de concentración resultante fue de 0.1 mg/L y la concentración del ECA establecido de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en mención; (B) la concentración para el parámetro de DBO fue de 2 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa ya mencionada; (C) se muestra el resultado obtenido para el parámetro sólidos suspendidos totales donde el valor de concentración resultante fue de 6 mg/L y la concentración del ECA establecido de ≤ 25 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa en referencia; (D) la concentración

para el parámetro de fósforo total fue de 0.120 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de 0.035mg/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa mencionada; (E) se muestra el resultado obtenido para el parámetro nitrógeno total, donde el valor de concentración resultante fue de 0.377 mg N/L y la concentración del ECA establecido es de 0.315 mg N/L, por tanto, este parámetro no cumple con la normativa en mención; (F) la concentración para el parámetro de oxígeno disuelto fue de 8.676 mg/L y la concentración establecida por el ECA es de ≥ 5 mg/L, por tanto, este parámetro cumple con la normativa referida anteriormente; (G) se muestra el resultado obtenido para el parámetro pH, donde el valor de concentración fue de 8.772 mg/L y la concentración establecida por el ECA oscila en el rango de 6.5 - 9.0, por tanto, este parámetro cumple con la normativa referida.

- Resultado del parámetro microbiológico:

Tabla 39. *Parámetro microbiológico analizado en todos los puntos.*

Coliformes termotolerantes NMP/100 mL		
	Puntos de monitoreo	Valor
Informe 2019	LP1	< 1.8
	LP2	< 1.8
	LP3	< 1.8
	LP4	< 1.8
	LP5	< 1.8
	LP6	< 1.8
	Valor promedio	< 1.8
	Valor ECA - C4	1000

Fuente: elaboración propia.

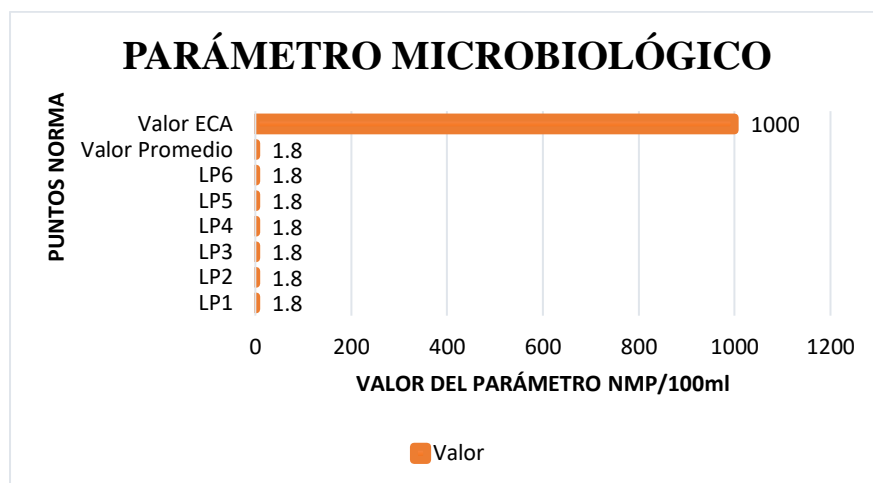


Figura 12. Gráfico para el parámetro biológico analizado en todos los puntos.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: se muestra que el parámetro coliformes termotolerantes cumple el Estándar de Calidad Ambiental para la Categoría 4 en todos los puntos y también como valor promedio. Siendo el valor del ECA para ese parámetro de 1000 NMP/ 100 mL y el valor arrojado en el análisis de muestra 1.8 NMP/100 mL.

Tabla 40. Consolidado de los resultados de los parámetros analizados.

Consolidado de parámetros							
Punto de control	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	OD mg/L	Nitrógeno mg/L	Fósforo mg/L	PH
LP1	0.1	2	7	8.627	0.315	0.01	8.804
LP2	0.1	2	5	8.6	0.378	0.01	8.985
LP3	0.1	2	5	8.34	0.337	0.071	9.2
LP4	0.1	3	36	7.94	0.351	0.075	8.94
LP5	0.1	2	5	8.379	0.378	0.01	8.604
LP6	0.1	2	6	8.676	0.377	0.12	8.772
ECA - C4	5	5	25	5	0.315	0.35	9

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: en la tabla 40 se presenta el consolidado que muestra los valores más representativos de los 7 parámetros fisicoquímicos analizados en los 6 puntos. Así también, se muestra la comparación con el ECA Categoría 4.

4.5. Evaluación de riesgos ambientales para cada entorno

A continuación, se muestra los parámetros analizados para cada entorno, se tomó al punto LP4 para la evaluación correspondiente, debido a que este punto es el que muestra mayor porcentaje de excedencia y mayores parámetros que sobrepasan el ECA a diferencia de los otros puntos, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 41. Cuadro de porcentaje de excedencia a la normativa.

Cuadro Resumen de análisis de parámetros y porcentaje de excedencia a la normativa								
	Aceites y grasas mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	Fósforo mg/L	Nitrógeno Total mg/L	Coliformes termotolerantes NMP/100 MI	OD mg/L	PH
LP1								
Informe 2019	0.1	2	7	0.01	0.315	1.8	8.627	8.804
ECA	5	5	≤ 25	0.035	0.315	1000	≥ 5	6.5 - 9
% de excedencia	2	40	28	28.57		0.18	172.54	97.82
LP2								
Informe 2019	0.1	2	5	0.01	0.378	1.8	8.6	8.985
ECA	5	5	≤ 25	0.035	0.315	1000	≥ 5	6.5 - 9
% de excedencia	2	40	20	28.57	20	0.18	172	99.83
LP3								
Informe 2019	0.1	2	6	0.071	0.337	1.8	8.34	9.2
ECA	5	5	≤ 25	0.035	0.315	1000	≥ 5	6.5 - 9
% de excedencia	2	40	24	102.86	6.98	0.18	166.8	102.22

LP4								
Informe 2019	0.1	3	36	0.075	0.355	1.8	7.94	8.94
ECA	5	5	≤ 25	0.035	0.315	1000	≥ 5	6.5 - 9
% de excedencia	2	60	44	114.29	12.70	0.18	158.8	99.33
LP5								
Informe 2019	0.1	2	5	0.01	0.351	1.8	8.379	8.604
ECA	5	5	≤ 25	0.035	0.315	1000	≥ 5	6.5 - 9
% de excedencia	2	40	20	28.57	11.43	0.18	167.58	95.60
LP6								
Informe 2019	0.1	2	6	0.12	0.377	1.8	8.676	8.772
ECA	5	5	≤ 25	0.035	0.315	1000	≥ 5	6.5 - 9
% de excedencia	2	40	24	242.86		0.18	173.52	97.47

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: en la tabla 41 se muestra el cuadro de porcentaje de excedencia a la normativa, donde en el punto LP2, el parámetro de nitrógeno total excede a la normativa en mención en 20 %, en el punto LP3, el parámetro de fósforo total excede al ECA en 102.86 % y el parámetro de nitrógeno total excede en un 6.98 % a la normativa, en el punto LP4, el parámetro de SST excede en un 44 %, el parámetro de fósforo total excede en un 114.29 % y el parámetro de nitrógeno total en un 12.70 % a la normativa, en el punto LP5, el parámetro que excede es de nitrógeno total con un 11.43 %, en el punto LP6, el parámetro de fósforo total excede en un 242.96 % y el parámetro de nitrógeno total excede en un 19.68 % respecto a la normativa en mención.

a. Entorno Humano:

- Parámetros fisicoquímicos: a continuación, se muestra los parámetros fisicoquímicos del punto LP4 para el Entorno Humano.

- Fósforo total:

Tabla 42. *Valoración de la consecuencia del fósforo total para el Entorno Humano.*

FÓSFORO TOTAL					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Personas potencialmente expuestas	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
4	2x1=2	4	4	14	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 42 de la valoración de la consecuencia del fósforo total:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de fósforo total es 4, debido a que el porcentaje es de 114.29 % excediendo al 100 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Muy Alta.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión tiene un radio de 1.48 km, que va desde el punto 4 (punto de muestreo), hasta el lugar donde se encuentran las personas afectadas (distrito de Paca) excediendo a 1 km que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 1, debido a que el grado de afectación del fósforo total hacia las personas es Reversible y de Baja Magnitud.
- Población afectada: el valor asignado al descriptor Población afectada es de 4, debido a que la cantidad de personas que puedan verse afectadas es de 1 027 (cantidad de población del distrito de Paca), excediendo el valor de la tabla 11, siendo éste Muy Alto.

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 14, y de acuerdo a la

tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

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

$$\text{Riesgo} = 15$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Nitrógeno total:

Tabla 43. *Valoración de la consecuencia del nitrógeno total para el Entorno Humano.*

NITRÓGENO TOTAL					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Personas potencialmente expuestas	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
2	2x1=2	4	4	12	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 43 de la valoración de la consecuencia del nitrógeno total:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de nitrógeno total es 2, debido a que el porcentaje es de 12.70 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Poca.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión tiene un radio de 1.48 km, que va desde el

punto 4 (punto de muestreo), hasta el lugar donde se encuentran las personas afectadas (distrito de Paca) excediendo a 1 km que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.

- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 1, debido a que el grado de afectación del nitrógeno total hacia las personas es Reversible y de Baja Magnitud.
- Población afectada: el valor asignado al descriptor Población afectada es de 4, debido a que la cantidad de personas que puedan verse afectadas es de 1 027 (cantidad de población del distrito de Paca), excediendo el valor de la tabla 11, siendo éste Muy Alto.

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 12, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

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

$$\text{Riesgo} = 15$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Sólidos suspendidos totales:

Tabla 44. *Valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales para el Entorno Humano.*

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Personas potencialmente expuestas	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
2	2x1=2	4	4	12	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 44 de la valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de los sólidos suspendidos totales es 2, debido a que el porcentaje es de 44 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Poca.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión tiene un radio de 1.48 km, que va desde el punto 4 (punto de muestreo), hasta el lugar donde se encuentran las personas afectadas (distrito de Paca) excediendo a 1 km que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 1, debido a que el grado de afectación de los sólidos suspendidos totales hacia las personas es Reversible y de Baja Magnitud.
- Población afectada: el valor asignado al descriptor Población afectada es de 4, debido a que la cantidad de personas que puedan verse afectadas es de 1 027 (cantidad de población del distrito de Paca), excediendo el valor de la tabla 11, siendo éste Muy Alto.

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 12, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia,

para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

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

$$\text{Riesgo} = 15$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Parámetro microbiológico: a continuación, se muestra el parámetro microbiológico del punto LP4 para el Entorno Humano.
 - Coliformes termotolerantes:

Tabla 45. *Valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes para el Entorno Humano.*

COLIFORMES TERMOTOLERANTES					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Personas potencialmente expuestas	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
1	2x1=2	4	4	11	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 45 de la valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de coliformes termotolerantes es 1, debido a que el porcentaje es de 0.18 que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Muy Poca.

- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión tiene un radio de 1.48 km, que va desde el punto 4 (punto de muestreo), hasta el lugar donde se encuentran las personas afectadas (distrito de Paca) excediendo a 1 km que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 1, debido a que el grado de afectación de los coliformes termotolerantes hacia las personas es Reversible y de Baja Magnitud.
- Población afectada: el valor asignado al descriptor Población afectada es de 4, debido a que la cantidad de personas que puedan verse afectadas es de 1 027 (cantidad de población del distrito de Paca), excediendo el valor de la tabla 11, siendo éste Muy Alto.

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 11, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

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

$$\text{Riesgo} = 15$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

Finalmente se consolida la información de todo el análisis realizado con respecto al Entorno Humano.

Tabla 46. Consolidado de la evaluación del Entorno Humano.

ENTORNO HUMANO									
PARÁMETROS EVALUADOS	VALORACION DE CONSECUENCIAS						RIESGO		
	Cantidad	2x peligrosidad	Extensión	Personas expuestas	Puntuación	Valor asignado	Probabilidad	Valor de riesgo	Nivel
Fósforo Total	4	2	4	4	14	3	5	15	Moderado
Nitrógeno Total	2	2	4	4	12	3	5	15	Moderado
Sólidos Suspendidos Totales	2	2	4	4	12	3	5	15	Moderado
Coliformes Termotolerantes	1	2	4	4	11	3	5	15	Moderado

Fuente: elaboración propia.

b. Entorno Ecológico:

- Parámetros fisicoquímicos para el Entorno Ecológico (LP4):
 - Fósforo total:

Tabla 47. Valoración de la consecuencia del fósforo total para el Entorno Ecológico.

FÓSFORO TOTAL					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
4	2x2=4	4	3	15	4

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 47 de la valoración de la consecuencia del fósforo total:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de fósforo total es 4, debido a que el porcentaje es de 114.29 % excediendo al 100 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Muy Alta.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión de la zona impactada (laguna de Paca) es de 21.40 km² (48) excediendo a 1 km de radio que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación del fósforo total hacía el Entorno Ecológico de la laguna de Paca es Medio es decir con daños reversibles y de mediana magnitud que pueden ser controlados.
- Calidad del medio: el valor asignado al descriptor Calidad del medio es de 3, debido a que el área afectada (laguna de Paca) es considerada como un ecosistema frágil según el Informe N° 870-2013-AG-DGFFS-DGEFFS (46), de acuerdo a la tabla 12 se considera Elevada.

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 15, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 4. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

$$\text{Riesgo} = 5 \times 4$$

$$\text{Riesgo} = 20$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 20 se encuentra en un Riesgo Significativo.

- Nitrógeno total:

Tabla 48. *Valoración de la consecuencia del nitrógeno total para el Entorno Ecológico.*

NITRÓGENO TOTAL					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
2	2x2=4	4	3	13	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 48 de la valoración de la consecuencia del nitrógeno total:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de nitrógeno total es 2, debido a que el porcentaje es de 12.70 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Poca.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión de la zona impactada (laguna de Paca) es de 21.40 km² (48) excediendo a 1 km de radio que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación del nitrógeno total hacía el Entorno Ecológico de la laguna de Paca es Medio es decir con daños reversibles y de mediana magnitud que pueden ser controlados.
- Calidad del medio: el valor asignado al descriptor Calidad del medio es de 3, debido a que el área afectada (laguna de Paca) es considerada como un ecosistema frágil según el Informe N° 870-2013-AG-DGFFS-DGEFFS (46), de acuerdo a la tabla 12 se considera Elevada.

Una vez aplicado la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 13, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

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

$$\text{Riesgo} = 15$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Sólidos suspendidos totales:

Tabla 49. *Valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales para el Entorno Ecológico.*

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
2	2x2=4	4	3	13	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 49 de la valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de los sólidos suspendidos totales es 2, debido a que

el porcentaje es de 44 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Poca.

- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión de la zona impactada (laguna de Paca) es de 21.40 km² (48) excediendo a 1 km de radio que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación de los sólidos suspendidos totales hacia el Entorno Ecológico de la laguna de Paca es Medio, es decir con daños reversibles y de mediana magnitud que pueden ser controlados.
- Calidad del medio: el valor asignado al descriptor Calidad del medio es de 3, debido a que el área afectada (laguna de Paca) es considerada como un ecosistema frágil según el Informe N° 870-2013-AG-DGFFS-DGEFFS (46), de acuerdo a la tabla 12 se considera Elevada.

Una vez aplicado la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 13, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

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

$$\text{Riesgo} = 15$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Parámetro microbiológico para el Entorno Ecológico (LP4):

- o Coliformes termotolerantes:

Tabla 50. *Valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes para el Entorno Ecológico.*

COLIFORMES TERMOTOLERANTES					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
1	2x2=4	4	3	12	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 50 de la valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de coliformes termotolerantes es 1, debido a que el porcentaje es de 0.18 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Muy Poca.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 4, debido a que la extensión de la zona impactada (laguna de Paca) es de 21.40 km² (48) excediendo a 1 km de radio que se expresa en la tabla 10, siendo ésta Muy Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación de los coliformes termotolerantes hacia el Entorno Ecológico de la laguna de Paca es Medio, es decir con daños reversibles y de mediana magnitud que pueden ser controlados.
- Calidad del medio: el valor asignado al descriptor Calidad del medio es de 3, debido a que el área afectada (laguna de Paca) es considerada como un ecosistema frágil según el Informe N° 870-2013-AG-DGFFS-DGEFFS (46), de acuerdo a la tabla 12 se considera Elevada

Una vez aplicado la fórmula que se muestra en la tabla 10 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 12, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

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

$$\text{Riesgo} = 15$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

Finalmente se consolida la información de todo el análisis realizado con respecto al Entorno Ecológico.

Tabla 51. Consolidado de la evaluación del Entorno Ecológico.

ENTORNO ECOLÓGICO									
PARÁMETROS EVALUADOS	VALORACION DE CONSECUENCIAS						RIESGO		
	Cantidad	2x peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Puntuación	Valor asignado	Probabilidad	Valor de riesgo	Nivel
Fósforo Total	4	4	4	3	15	4	5	20	Significativo
Nitrógeno Total	2	4	4	3	13	3	5	15	Moderado
Sólidos Suspendidos Totales	2	4	4	3	13	3	5	15	Moderado
Coliformes Termotolerantes	1	4	4	3	12	3	5	15	Moderado

Fuente: elaboración propia.

c. Entorno Socioeconómico:

- Parámetros fisicoquímicos para el Entorno Socioeconómico (LP4):
 - Fósforo total:

Tabla 52. Valoración de la consecuencia del fósforo total para el Entorno Socioeconómico.

FÓSFORO TOTAL					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
4	2x2=4	2	2	12	3

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 52 de la valoración de la consecuencia del fósforo total:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de fósforo total es 4, debido a que el porcentaje es de 114.29 % excediendo al 100 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Muy Alta.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 2, debido a que la extensión tiene un radio de 0.15 km, que va desde el punto 4 (punto de muestreo), hasta la ubicación de los restaurantes que se encuentran a los alrededores de la laguna de Paca, el valor de la extensión se expresa en la tabla 10, abarcando una zona Poca Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación del fósforo total hacia el Entorno Socioeconómico es de mediana magnitud y reversible.
- Patrimonio y capital productivo: el valor asignado al descriptor Patrimonio y capital productivo es de 2, debido a que este

parámetro puede acelerar el proceso de eutrofización debido al exceso de nutrientes, afectando la flora y fauna de la laguna, en consecuencia, disminuyendo la productividad de la misma.

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 12, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 3. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

$$\begin{aligned} \text{Riesgo} &= \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia} \\ \text{Riesgo} &= 5 \times 3 \\ \text{Riesgo} &= 15 \end{aligned}$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 15 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Nitrógeno total:

Tabla 53. *Valoración de la consecuencia del nitrógeno total para el Entorno Socioeconómico.*

NITRÓGENO TOTAL					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
2	2x2=4	2	2	10	2

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 53 de la valoración de la consecuencia del nitrógeno total:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de nitrógeno total es 2, debido a que el porcentaje es de 12.70 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Poca.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 2, debido a que la extensión tiene un radio de 0.15 km, que va desde el punto 4 (punto de muestreo), hasta la ubicación de los restaurantes que se encuentran a los alrededores de la laguna de Paca, el valor de la extensión se expresa en la tabla 10, abarcando una zona Poca Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación nitrógeno total hacia el Entorno Socioeconómico es de mediana magnitud y reversible.
- Patrimonio y capital productivo: el valor asignado al descriptor Patrimonio y capital productivo es de 2, debido a que este parámetro puede acelerar el proceso de eutrofización debido al exceso de nutrientes, afectando la flora y fauna de la laguna, en consecuencia, disminuyendo la productividad de la misma.

Una vez aplicado la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 10, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 2. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

$$\text{Riesgo} = 5 \times 2$$

$$\text{Riesgo} = 10$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 10 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Sólidos Suspendidos Totales:

Tabla 54. *Valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales para el Entorno Socioeconómico.*

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
2	2x2=4	2	2	10	2

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 54 de la valoración de la consecuencia de los sólidos suspendidos totales:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de los sólidos suspendidos totales es 2, debido a que el porcentaje es de 44 % que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Poca.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 2, debido a que la extensión tiene un radio de 0.15 km, que va desde el punto 4 (punto de muestreo), hasta la ubicación de los restaurantes que se encuentran a los alrededores de la laguna de Paca, el valor de la extensión se expresa en la tabla 10, abarcando una zona Poca Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación de los sólidos suspendidos totales hacia el Entorno Socioeconómico es de mediana magnitud y reversible.
- Patrimonio y capital productivo: el valor asignado al descriptor Patrimonio y capital productivo es de 2, debido a que este parámetro puede acelerar el proceso de eutrofización debido al exceso de nutrientes, afectando la flora y fauna de la laguna, en consecuencia, disminuyendo la productividad de la misma.

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 10, y de acuerdo a la tabla 14 el valor que se le asigna para este resultado es de 2. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 09, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

$$\text{Riesgo} = 5 \times 2$$

$$\text{Riesgo} = 10$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 10 se encuentra en un Riesgo Moderado.

- Parámetro microbiológico para el Entorno Socioeconómico (LP4):
 - Coliformes termotolerantes:

Tabla 55. *Valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes para el Entorno Socioeconómico.*

COLIFORMES TERMOTOLERANTES					
VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS					
Cantidad	2xPeligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Puntuación	Valor asignado a la puntuación
1	2x2=4	2	2	9	2

Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la tabla 55 de la valoración de la consecuencia de los coliformes termotolerantes:

- Cantidad: el valor asignado al descriptor Cantidad para el parámetro de coliformes termotolerantes es 1, debido a que el porcentaje es de 0.18 que se expresa en la tabla 09, siendo ésta Muy Poca.
- Extensión: el valor asignado al descriptor Extensión es 2, debido a que la extensión tiene un radio de 0.15 km, que va desde el punto 4 (punto de muestreo), hasta la ubicación de los restaurantes que se encuentran a los alrededores de la laguna de Paca, el valor de la extensión se expresa en la tabla 10, abarcando una zona Poca Extensa.
- Peligrosidad: el valor asignado al descriptor Peligrosidad es 2, debido a que el grado de afectación de los coliformes termotolerantes hacia el Entorno Socioeconómico es de mediana magnitud y reversible.
- Patrimonio y capital productivo: el valor asignado al descriptor Patrimonio y capital productivo es de 2, debido a que este parámetro puede provocar el proceso de eutrofización debido al exceso de nutrientes, viéndose afectadas tanto la flora y fauna que alberga esta laguna (46).

Una vez aplicada la fórmula que se muestra en la tabla 08 para estimar la consecuencia se obtuvo el valor resultante de 9, y de acuerdo a la tabla 14, el valor que se le asigna para este resultado es de 2. Luego del análisis realizado se continúa con la probabilidad de ocurrencia, para este caso el valor asignado para la probabilidad es de 5 - Muy Probable de acuerdo a la tabla 07, debido a que la ocurrencia de este evento es más de una vez a la semana, ya que se trata de un vertimiento de aguas residuales. Finalmente se estima el riesgo el cual es hallado con la fórmula que se muestra en la figura 04, resultando:

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

$$\text{Riesgo} = 5 \times 2$$

$$\text{Riesgo} = 10$$

De acuerdo a la tabla 15, el valor de 10 se encuentra en un Riesgo Moderado.

Finalmente se consolida la información de todo el análisis realizado con respecto al Entorno Socioeconómico.

Tabla 56. Consolidado de la evaluación del Entorno Socioeconómico.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO									
PARÁMETROS EVALUADOS	VALORACION DE CONSECUENCIAS						RIESGO		
	Cantidad	2x peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo afectado	Puntuación	Valor asignado	Probabilidad	Valor de riesgo	Nivel
Fósforo Total	4	4	2	2	12	3	5	15	Moderado
Nitrógeno Total	2	4	2	2	10	2	5	10	Moderado
Sólidos Suspendidos Totales	2	4	2	2	10	2	5	10	Moderado
Coliformes Termotolerantes	1	4	2	2	9	2	5	10	Moderado

Fuente: elaboración propia.

d. Estimación del riesgo ambiental:

Se realizó la estimación de manera general para los tres entornos evaluados, tanto el humano, socioeconómico y ecológico, de la siguiente manera:

- Equivalencia porcentual de cada entorno: para el desarrollo del porcentaje de estimación del riesgo ambiental, primero se estimó la equivalencia de cada entorno:
 - Entorno Humano: para determinar la equivalencia porcentual del entorno humano, primero se recurrió a la tabla 15, la cual nos da una

equivalencia porcentual al valor matricial, es así que se realiza las comparaciones además de realizar una regla de tres simple.

Tabla 57. *Equivalencia porcentual para el Entorno Humano.*

ENTORNO HUMANO		
Parámetros evaluados	Valor matricial	Equivalencia porcentual
Fósforo total	15	60 %
Nitrógeno total	15	60 %
SST	15	60 %
Coliformes termotolerantes	15	60 %
Promedio	15	60 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 57, se muestran los valores matriciales de cada parámetro evaluado además de la equivalencia porcentual hallada por regla de tres simple:

$$\begin{aligned}
 25 & \text{ ----- } 100 \% \\
 15 & \text{ ----- } X \% \\
 25X & = 1500 \\
 X & = 1500/25 \\
 X & = 60
 \end{aligned}$$

De esta manera se halla la equivalencia porcentual de cada parámetro, donde finalmente para el entorno humano se obtiene un 60 % de este porcentaje.

- Entorno Ecológico: para determinar la equivalencia porcentual del Entorno Ecológico, primero se recurrió a la tabla 15, la cual nos da una equivalencia porcentual al valor matricial, es así que se realiza las comparaciones además de realizar una regla de tres simple.

Tabla 58. *Equivalencia porcentual para el Entorno Ecológico.*

ENTORNO ECOLÓGICO		
--------------------------	--	--

Parámetros evaluados	Valor matricial	Equivalencia porcentual
Fósforo total	20	80 %
Nitrógeno total	15	60 %
SST	15	60 %
Coliformes termotolerantes	15	60 %
Promedio	16.25	65 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 58, se muestran los valores matriciales de cada parámetro evaluado además de la equivalencia porcentual hallada por regla de tres simple:

$$25 \text{ ----- } 100 \%$$

$$20 \text{ ----- } X \%$$

$$25X = 2000$$

$$X = 2000/25$$

$$X = 80$$

De esta manera se halla la equivalencia porcentual de cada parámetro, donde finalmente para el Entorno Ecológico se obtiene un 65 % de equivalencia porcentual.

- o Entorno Socioeconómico: para determinar la equivalencia porcentual del Entorno Socioeconómico, primero se recurrió a la tabla 15, la cual nos da una equivalencia porcentual al valor matricial, es así que se realiza las comparaciones además de realizar una regla de tres simple.

Tabla 59. *Equivalencia porcentual para el Entorno Socioeconómico.*

ENTORNO SOCIOECONÓMICO		
Parámetros evaluados	Valor matricial	Equivalencia porcentual
Fósforo total	15	60 %
Nitrógeno total	10	40 %
SST	10	40 %

Coliformes termotolerantes	10	40 %
Promedio	11.25	45 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 59, se muestran los valores matriciales de cada parámetro evaluado además de la equivalencia matricial hallada por regla de tres simple.

$$\begin{aligned}
 25 & \text{ ----- } 100 \% \\
 15 & \text{ ----- } X \% \\
 25X & = 1500 \\
 X & = 1500/25 \\
 X & = 60
 \end{aligned}$$

De esta manera se halla la equivalencia porcentual de cada parámetro, donde finalmente para el Entorno Socioeconómico se obtiene un 45 % de equivalencia porcentual.

- Equivalencia porcentual final:

Para la estimación del riesgo, se desarrolló de acuerdo a la fórmula para hallar la caracterización del riesgo, con los valores hallados anteriormente.

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

$$CR = (60 \% + 65 \% + 45 \%) / 3$$

$$CR = 170 \% / 3$$

$$CR = 56.67 \%$$

Finalmente se obtiene la caracterización de riesgo del 56.67%, este valor de acuerdo a la tabla 15, este porcentaje se encuentra en un nivel de riesgo MODERADO.

4.6. Discusión de resultados

- El valor más alto del parámetro de fósforo total para el año 2019 es de 0.12 mg/L, el cual pertenece a uno de los seis puntos de monitoreo siendo el punto LP6, este valor no cumple con el ECA - Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas).
- El valor más alto del parámetro de fósforo total para el año 2019 es de 0.12 mg/L, el cual pertenece a uno de los seis puntos de monitoreo siendo el punto LP6, este valor no cumple con el ECA - Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas). De acuerdo a la tesis “Evaluación de la eutrofización de la laguna Conococha - Ancash” (49) se concuerda que las altas concentraciones de nitrógeno total y fósforo total obtenidos aceleran el proceso de eutrofización de una laguna en caso del estudio en mención la laguna Conococha. Las altas concentraciones de nutrientes se deben a la actividad ganadera, estos nutrientes al ser lavados por la escorrentía llegan a la laguna; así mismo se deben a los puntos de vertimientos de aguas residuales y botaderos cercanos a la laguna Conococha. Entonces se puede afirmar que en el lugar de estudio de la presente tesis que es la laguna de Paca, se estaría presentando un problema similar.
- El valor más alto del parámetro de nitrógeno total para el año 2019 es de 0.378 mg/L, el cual pertenece a uno de los seis puntos de monitoreo siendo aquel el punto LP2, este valor no cumple con el ECA Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas). En concordancia con el estudio “Concentraciones de nitrógeno y fósforo en sedimentos recientes de la laguna los patos, estado Sucre” (50) realizado en Venezuela se indica que los asentamientos humanos, el vertimiento de aguas residuales y la poca circulación de agua en las lagunas incrementan la cantidad nutrientes (fósforo y nitrógeno), los cuales llevan a la laguna a ser eutrofizada, perjudicando el hábitat de flora y fauna.
- El valor más alto del parámetro de sólidos suspendidos totales para el año 2019 es de 36 mg/L, el cual pertenece a uno de los seis puntos de monitoreo siendo el punto LP4, este valor no cumple con el ECA Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas) el cual establece un valor de ≤ 25 mg/L. De acuerdo a Jaya (51) nos dice que los sólidos suspendidos totales son los responsables de causar impurezas que son visibles, es así que se menciona que la turbiedad es aquel estimador de la presencia de este parámetro, además de ello se menciona que, a mayor penetración de luz en el agua, será menor la cantidad de los sólidos en suspensión.

- El valor promedio del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes para el año 2019 es de 1.8 NMP/100 mL, este valor se encuentra dentro de lo establecido en el ECA Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas). Vásquez (13) tuvo como resultado del monitoreo de este parámetro de 751 NMP/100 mL, valor que también se encuentra dentro de lo establecido que es de 1000 NMP/100 mL.
- Otros de los parámetros es aceites y grasas, el valor para este parámetro en el año 2019 es de 0.1 mg/L para los 6 puntos estudiados, este valor si cumple con el ECA Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas). Este valor es un buen indicador de la calidad de agua de la laguna de Paca. De acuerdo con el trabajo de investigación “Propuesta de un tratamiento para aceites y grasas de las aguas residuales de la microempresa productos verdes laboratorio de biotecnología, UNAN - Managua, marzo - julio 2016”, una alta concentración de aceites en los cuerpos de agua superficial deteriora notablemente la calidad de las mismas, debido a que forman películas impermeables que impiden la oxigenación de las aguas y produce la muerte de los seres vivos que se desarrollan en estos cuerpos de agua. Por lo que un valor menor a mg/L libera de este riesgo a la laguna o cuerpo de agua en estudio (52).
- El valor para el parámetro de DBO₅ en el punto LP4 es de 3 mg/L, valor que también cumple con el ECA Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas). De acuerdo al estudio “Calidad de aguas superficiales: estudio de la quebrada Estero, ubicada en el cantón de San Ramón, Costa Rica” La DBO representa la cantidad de oxígeno consumido por microorganismo para la degradación biológica de la materia orgánica un medio aeróbico, esto significa que a menor valor de DBO, menor cantidad de materia orgánica y por ende menor cantidad de microorganismos presentes en el cuerpo de agua, de esa forma se reduce la liberación de gases como el metano (53).
- El valor de oxígeno disuelto hallado en el punto 4 es de 7.94 mg/L, este valor se encuentra dentro del ECA Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas). Meza (54), menciona que este parámetro es imprescindible para determinar la salud de un sistema acuático, es decir los niveles de oxígeno resultan de las actividades tanto físicas, químicas y biológicas que se dan en el agua, de acuerdo al resultado presentado se dice que las aguas no presentan altos índices de materia orgánica sino este parámetro se encontraría por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

- El valor de pH hallado en el punto 4 es de 8.94, el cual se encuentra dentro del ECA Agua, Categoría 4 (Conservación de lagos y lagunas). Según Meza (54), nos menciona que el pH es aquel parámetro que evalúa la acidez o la alcalinidad de una solución, además que este parámetro para aguas dulces debe oscilar de 6.85 a 8.5, si se encuentra dentro de estos valores los organismos que habitan en esas aguas estarán protegido.
- Esta investigación está apoyada en la Guía Metodológica de Riesgos Ambientales del Ministerio del Ambiente (MINAM), lo que permite no solo caracterizar un riesgo a nivel cualitativo, sino poder describirlo cuantitativamente en base a criterios de evaluación, ello enriquece y sustenta los resultados presentados. En la tesis “Estimación del riesgo ambiental del agua superficial de los Humedales de Ventanilla debido a la descarga de aguas residuales urbanas en el A.A.H.H. Defensores de la Patria - Lima - 2018”, se trabajó con la guía mencionada, obteniendo los resultados esperados.
- En cuanto a los recreos turísticos ubicados alrededor de la faja marginal de la laguna de Paca, utilizan los recursos de este ecosistema perjudicando así la flora y fauna de esta, ya que los dueños de los recreos vienen ocupando mayor extensión de lo permitido, por ello al año 2021 se incorporó a la lista de ecosistemas frágiles con Resolución Ministerial N° 0402-2013-MINAGRI, donde indica que es obligación del Estado conservar y promover la diversidad biológica en las áreas protegidas.

CONCLUSIONES

- Las fuentes de riesgo ambiental identificadas en la laguna de Paca son los pozos sépticos siendo un total de 14, de los cuales 11 fueron construidos en los recreos turísticos alrededor de la laguna, 2 en la Municipalidad Distrital de Paca y 1 en el Centro de Salud del mismo, otra de las fuentes de riesgo es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito mencionado y por último el canal de riego.
- El nivel del riesgo ambiental provocado por las aguas residuales vertidas en la laguna de Paca es MODERADO, con un porcentaje de 56.67%.
- El nivel del riesgo ambiental que presentan las aguas de la laguna de Paca en relación a los parámetros fisicoquímicos tales como fósforo total, nitrógeno total y sólidos suspendidos totales son MODERADO, considerando que estos excedieron los valores que se encuentran en el Estándar de Calidad Ambiental - Agua, Categoría 4.
- El nivel del riesgo ambiental que presentan las aguas de la laguna de Paca en relación al parámetro microbiológico tal como coliformes termotolerantes es MODERADO, considerando que estos excedieron los valores que se encuentran en el Estándar de Calidad Ambiental - Agua, Categoría 4.
- El exceso de nitrógeno total y fósforo total provocan la eutrofización en la laguna de Paca, lo cual es una amenaza para este ecosistema frágil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TABORDA, V. y otros. *Importancia de la conservación de las lagunas urbanas pampeanas*. Buenos Aires: s.n., 2017. 978-987-575-171-2.
2. MORETA, J. *La Eutrofización de los lagos y sus consecuencias*. Ibarra: s.n., 2008.
3. MARTÍNEZ, J. *Evaluación ambiental de los sistemas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales*. Sincelejo: s.n., 2007.
4. GUTIERREZ, V. y MEDRANO, N. *Análisis de la calidad del agua y factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tarija*. San Jacinto de Tarija: s.n., 2017. 2415 - 2390.
5. BRACK, A. y MENDIOLA, C. *Ecología del Perú*. Lima: Bruño, 2006. págs. 400 - 418. 78-9972-1-0327-7.
6. CUSICHE, L. y MIRANDA, G. *Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional "Lago Junín", Perú*. Junín: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2020. 2007-0934.
7. SOLIS, E. *Estudio de los efectos de las actividades ribereñas de la población en el comportamiento de la laguna Ñahuimpuquio - Chupaca*. Huancayo: s.n., 2015. s.n.
8. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. *Ministerio de Agricultura y Riego inscribe a la laguna de Paca en lista de ecosistemas frágiles*. 2013.
9. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Inspeccion, toma de muestras y resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial en la laguna de Paca, Jauja - Junin*. Jauja: s.n., 2019. s.n..
10. MAZARIESGOS, R. *Evaluación ambiental de pesticidas organoclorados*. España: Repositorio de la Universidad de Cantabria, 2007.
11. CONTRERAS, F. *El impacto ambiental del crecimiento espacial de la ciudad de corrientes sobre lagunas periurbanas*. Buenos Aires: Boletín geográfico, 2015. págs. 29 - 42.

12. SOLANO, M. *Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damasy propuesta de manejo*. 2011.
13. VÁSQUEZ, O. *Estimación del riesgo ambiental del agua superficial de los Humedales de Ventanilla debido a la descarga de aguas residuales urbanas en el A.A.H.H. Defensores de la Patria - Lima - 2018*. Lima: s.n., 2018.
14. CHÁVEZ, R. *Efectos de la contaminación de aguas residuales del lago Morona Cocha en la salud de la población ribereña - Iquitos - 2018*. Iquitos UNAP, 2019.
15. ALVA, L. *Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul de Sauce para su uso según Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)*. Tarapoto: s.n., 2018. pág. 14.
16. FORAQUITA, J. *Valoración de Riesgo Ambiental por presencia de plomo y mercurio en la Trucha(Salmo trutta), Pejerrey (Odontesthes regia regia) provenientes de la zona de Arapa*. Azángaro: s.n., 2018.
17. INGA, E. *Modelo dinámico de sistemas para determinar la calidad de agua en la Laguna Patarcocha por vertimiento de aguas residuales de los Asentamientos Humanos aledaños, Pasco*. Lima: s.n., 2016.
18. ALVARADO, R. *“Evaluación de Riesgos Ambientales en el proceso constructivo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Ciudad de Rioja- 2017”*. Moyobamba: s.n., 2018.
19. ÑAHUIN, S. *Evaluación de la calidad del agua de lagunas de la reserva paisajística Nor Yauyos cochas como base para proponer estrategias de manejo para su conservación*. Huancayo: s.n., 2017. pág. pág. 22.
20. ORÉ, J. *Evaluación de la contaminación del agua ocasionada por actividades piscícolas del río Chia en el distrito de Ingenio*. s.l.: Repositorio UNCP, 2016.
21. MARAVI, L. *“Riesgos Ambientales por aguas residuales de la producción de vacunos en la Unidad de Producción de Pachacayo - Sais “Tupác Amaru” Junín*. Huancayo: s.n., 2014.
22. AUGE, M. *Agua fuente de vida*. Buenos Aires: s.n., 2007.

23. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales. [En línea] 2018. [Citado el: 16 de febrero de 2021.] <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/Guia-Impactos.pdf>.
24. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*. Lima: s.n., 2010.
25. COSTEAU, J. Impacto ambiental. el planeta herido. *Ciencias del Mundo Contemporáneo*.
26. GALAVIZ, I. y SOSA, C. "Fuentes difusas y puntuales de contaminación. Calidad de aguas superficiales y subterráneas". Mexico: Research Gate, 2019.
27. PROGRAMA MUNDIAL DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LAS NACIONES UNIDAS. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. [En línea] 2017. [Citado el: 29 de mayo de 2020.] 978-92-3-300058-2.
28. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL. Aguas residuales. [En línea] [Citado el: 28 de febrero de 2021.] https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827#:~:text=Son%20aquellas%20aguas%20cuyas%20caracter%C3%ADsticas,descargadas%20al%20sistema%20de%20alcantarillado..
29. MARIN, C. *Calidad del agua de la laguna Yarinacocha para uso recreacional*. Tingo María: s.n., 2012. pág. 18.
30. USGS. La ciencia del agua para escuelas. [En línea] 27 de agosto de 2017. [Citado el: 01 de marzo de 2021.] <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html#:~:text=Calidad%20del%20agua%20es%20un,se%20le%20va%20a%20dar.&text=Estos%20excedentes%20qu%C3%ADmicos%20llamados%20%22nutrientes,bajar%20la%20calidad%20del%20agua..>
31. RENGIFO, N. *Modelo dinámico de sistemas para determinar la calidad de agua en la laguna Patarcocha por el vertimiento de aguas residuales de los asentamientos humanos aledaños, Pasco 2016*. Lima: s.n., 2016. s.n.

32. MEJÍA, F. y PÉREZ, K. *Eficiencia del tratamiento de aguas residuales mediante un biodigestor prefabricado la subestación eléctrica Coturase - Apurímac - Lima*. Lima: s.n., 2016. pág. 9. s.n..
33. CALIFORNIA STATE. Folleto Informativo Oxígeno Disuelto. [En línea] [Citado el: 1 de marzo de 2021.] https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf.
34. DANE.GOV.CO. Ficha Técnica sistema de información del medio ambiente. [En línea] [Citado el: 1 de marzo de 2021.] <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/Ntotales.pdf>.
35. CONEXIONESAN. Apuntes empresariales. [En línea] 27 de abril de 2016. [Citado el: 11 de febrero de 2021.] <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/04/que-son-los-estandares-de-calidad-ambiental-y-los-limites-maximos-permisibles/>.
36. DIARIO EL PERUANO. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. [En línea] 7 de junio de 2017. [Citado el: 1 de marzo de 2021.]
37. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. *Agricultura y sistemas alimentarios que tienen en cuenta la nutrición en la práctica - opciones de intervención*. Roma: Creative Commons, 2019. ISBN 978-92-5-131733-4.
38. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. *Ganadería, utilización de los recursos naturales, cambio climático*. 2020.
39. CRQ - COORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIO. Glosario de Términos Ambientales. [En línea] [Citado el: 30 de mayo de 2020.] <https://www.crq.gov.co/Documentos/GLOSARIO%20AMBIENTAL/GLOSARIO%20AMBIENTAL.pdf>.
40. NAHUÍN, S. *Evaluación de la calidad de agua de lagunas de la reserva paisajística Nor Yauyos Cochabamba como base para proponer estrategias de manejo para su conservación*. Huancayo: s.n., 2017. pág. 22.

41. IZE, I. y ROJAS, L. *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Segunda edición. México: s.n., 2010. pág. 21. 978-607-7908-26-5.
42. CEGARRA, J. *Metodología de la Investigación científica y tecnológica*. Madrid: Díaz de Santos, 2004. pág. 82. 84-7978-624-8.
43. HERNÁNDEZ-SAMPIERI R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. *Metodología de la Investigación*. 6ta Edición. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2014. pág. 42. 978-1-4562-2396-0.
44. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL. *Resolución de Consejo Directivo N° 005-2017-OEFA/CD - Reglamento de Supervisión del OEFA*. Lima: s.n., 2017.
45. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Informe Técnico N° 058-2015-ANA-AAA X MANTARO-ALA MANTARO.AT/MAV*. Jauja: s.n., 2015.
46. MINISTERIO DE AGRICULTURA. *Informe N°870-2013-AG-DGFFS-DGEFFS*. Lima: s.n., 2013. págs. 6-7.
47. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Capacitan a propietarios de recreos turísticos de la laguna de Paca. [En línea] 24 de enero de 2018. [Citado el: 24 de marzo de 2021.] <https://www.ana.gob.pe/noticia/capacitan-propietarios-de-recreos-turisticos-de-la-laguna-de-paca>.
48. EN PERÚ. Laguna de Paca. [En línea] 2015. [Citado el: 24 de marzo de 2021.] <https://www.enperu.org/laguna-de-paca-destinos-turisticos-junin-laguna-paca-turismo-en-huancayo.html>.
49. DIAZ, A. y SOTOMAYOR, L. *Evaluación de la eutrofización de la laguna Conococha - Ancash, a agosto 2012*. Huaraz: s.n., 2013.
50. MARQUEZ, A., SENIOR, W. y MARTINEZ, G. Concentraciones de nitrógeno y fósforo en sedimentos recientes de la laguna Los Patos. SUCRE: s.n., 2007, **49**.
51. JAYA, F. *Estudio de los sólidos suspendidos en el agua del río Tabacay y su vinculación con la cobertura vegetal y usis del suelo en la microcuenca*. 2017.

52. BRAVO, C., OSORNO, C. y SALGADO, E. *Propuesta de un tratamiento para aceites y grasas de las aguas residuales de la empresa "Productos Verdes" Managua*, 2016. Managua: s.n., 2016.
53. DIEGO, J., y otros. *Calidad de aguas superficiales: Estudio de la quebrada Estero, ubicada en el cantón de San Ramón, Costa Rica*. s.l.: Revista Pensamiento Actual, 2015. 2215-3586.
54. MEZA, V. *Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa - Huancayo*. Huancayo: s.n., 2016.

ANEXOS

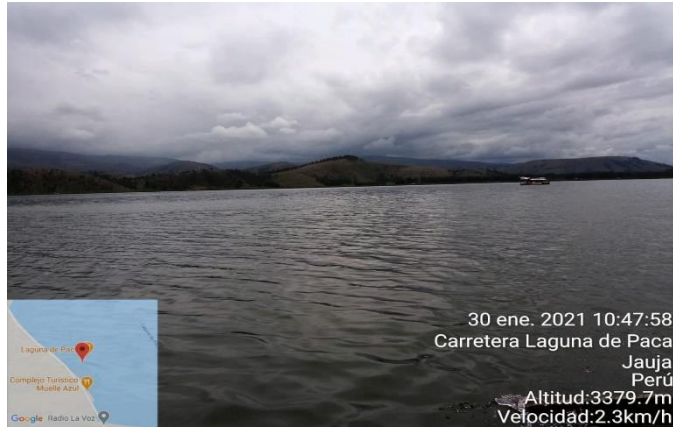
Anexo 01. Panel fotográfico.



Fotografía 01. Reconocimiento del lugar de estudio.



Fotografía 02. Reconocimiento del lugar de estudio.



Fotografía 03. Vista panorámica del lugar de estudio.



Fotografía 04. Vista panorámica del lugar de estudio.



Fotografía 05. Vista panorámica de presencia de los recreos turísticos alrededores de la zona de estudio.

Anexo 02. Informe de ensayo del laboratorio ALS.



LABORATORIO DE ENSAYO Acreditado por el
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-428



CNA	FOI 001 - E1
ALA MANTARO	5

INFORME DE ENSAYO: 84303/2019

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - LAGUNA DE PACA

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trígoso - Magaly Huayama Andrade
Fecha de Emisión: 03/01/2020



Karin Zelada Trígoso
CQP: 830
Personal Signatario - Químico



Magaly Huayama Andrade
Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente
Pág. 3 de 10

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-8550
Av. Dolores 157, Zona Lúthi Buzamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (084) 424-671

Anexo 03. Cuadro de resultados del monitoreo de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la laguna de Paca - 2019.

PUNTO DE MUESTREO			LPaca1	LPaca2	LPaca3	LPaca4	LPaca5	LPaca6
FECHA DE MUESTREO			19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
HORA DE MUESTREO			12:35:00	15:00:00	11:20:00	12:10:00	16:45:00	17:20:00
CATEGORIA		CAT4: E1						
FISICO QUIMICOS	UNIDADES							
Temperatura	°C	Δ3	18.34	17.08	18.19	19.35	18.28	18.36
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 9.0	8.804	89.845	9.2	8.94	8.604	8.772
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	8.627	8.6	8.34	7.94	8.379	8.676
Conductividad	µS/cm	1000	288.7	287.2	286.4	280.70	288.1	287.9
Aceites y Grasas	mg/L	5	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Cianuro Libre	mg CN ⁻ /L	0.0052	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Clorofila A	mg/L	0,008 mg/L	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	< 2	< 2	< 2	3	< 2	< 2
Fenoles (rango bajo)	mg/L	2.56	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fósforo Total	mg P/L	0,035	< 0,010	< 0,010	0,071	0,075	< 0,010	0,120
Nitrogeno Amoniacoal	mg NH ₃ -N/L	(1)	0,055	0,083	0,054	0,035	0,042	0,076
Nitrogeno total	mg N/L	0,315	0,315	0,378	0,337	0,355	0,351	0,377
N-Nitrato	mg NO ₃ -N/L	13	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Nitratos, NO ₃ -	mg NO ₃ -/L	13 mg NO ₃ -/L	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Sólidos Totales en suspensión	mg/L	≤ 25	7	5	6	36	5	6
Sulfuros	mg/L	0,002	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS								
Num. Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000/2000'	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8

Anexo 04. Identificación del pozo séptico ubicado en el Centro de Salud de Paca, dicho pozo se encuentra sellado.

