

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Ambiental

Influencia del uso y cobertura de suelo en la calidad del agua de la Laguna San Martín ubicada en la parroquia San Gerardo, cantón Girón de la provincia del Azuay

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental

Autoras:

Adriana Carolina Aguilar León

Camila Fernanda Maldonado Tapia

Director:

Fausto Fernando García Ávila

ORCID: 0000-0002-9274-9769

Cuenca, Ecuador

2023-02-15

Resumen

Se investigó la influencia que existe entre el uso y cobertura de suelo con la calidad del agua de la laguna San Martín ubicada en el cantón Girón. Se realizaron cinco monitores de agua, las muestras se tomaron en cinco puntos de la laguna y uno en la quebrada que la alimenta. Se analizaron 17 parámetros físicos, químicos y microbiológicos, cuyos resultados determinaron la calidad del agua que tiene la laguna con respecto al uso pecuario, para riego y con fines recreativos de acuerdo con los límites establecidos en el Anexo I, Libro VI del TULSMA. Se estableció una zona de influencia de 241,95 ha alrededor de la laguna, en donde se clasificó sus usos y coberturas de suelo. Posteriormente se aplicó el método de correlación de Spearman para determinar la relación entre los parámetros de calidad del agua, obteniéndose correlaciones positivas y negativas fuertes entre las cuales se tiene cloruros respecto a fosfatos de 0.953 y DBO₅ con alcalinidad de -0.507. Para encontrar la relación entre los usos y coberturas de suelo respecto a los parámetros de calidad del agua se aplicó una correlación de Pearson, la cual evidenció que aquellas zonas naturales tenían una correlación negativa con la mayoría de contaminantes, otros usos de suelo como la zona pecuaria tuvieron un impacto negativo y el pastizal de baja densidad presentó un impacto mixto en la zona de estudio. Finalmente se estableció que la calidad del agua de la laguna se encuentra en un rango de contaminación media alta.

Palabras claves: uso de suelo, calidad del agua, correlación, variable espacio/temporal, análisis de varianza

Abstract

The influence of land use and land cover on the water quality of the San Martín lagoon located in the Girón canton was investigated. Five water monitors were made; samples were taken at five points in the lagoon and one in the stream that feeds it. Seventeen physical, chemical and microbiological parameters were analyzed and the results determined the quality of the lagoon's water regarding for livestock, irrigation and recreational purposes in accordance with the limits established in Annex I, Book VI of the TULSMA. A zone of influence of 241.95 ha was established around the lagoon, where land use and land cover were classified. Subsequently, Spearman's correlation method was applied to determine the relationship between water quality parameters, obtaining strong positive and negative correlations, including chlorides respect to phosphates of 0.953 and BOD5 with alkalinity of -0.507. To find the relationship between land use and land cover respect to water quality parameters, a Pearson correlation was applied, which showed that natural areas had a negative correlation with most pollutants, other land uses such as livestock had a negative impact, and low-density pasture had a mixed impact in the study area. Finally, it was established that the water quality of the lagoon is in a medium-high contamination range.

Key words: land use, water quality, correlation, spatial/temporal variable, analysis of variance

Índice de contenido**CAPÍTULO I**

1.1 Introducción	16
1.2 Identificación del problema y justificación	18
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo General	20
1.3.2 Objetivos Específicos	20

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Calidad del agua	21
2.1.1 Contaminación del agua	22
2.1.2 Descripción de los principales parámetros de calidad del agua	23
2.1.2.1 Parámetros físicos	23
2.1.2.2 Parámetros químicos	24
2.1.2.3 Parámetros microbiológicos	26
2.1.3 Regulación sobre calidad de agua	27
2.1.3.1 Límites máximos permisibles: TULSMA	27
a. Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego	27
b. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario	28
c. Criterios de calidad de aguas con fines recreativos	28
2.2 Generalidades del uso de suelo	29
2.2.2 Usos y coberturas de suelo	29
2.2.3 Cambio de uso de suelo	30
2.3 Imágenes satelitales	30
2.3.1 Cambio de uso y cobertura de suelo mediante la aplicación de imágenes satelitales	31
2.4 Métodos estadísticos	31
2.4.1 Análisis ANOVA	31
2.4.2 Residuales	32
2.4.3 Estadística para datos no paramétricos	32

2.4.4	Análisis de Correlación de Pearson	32
2.4.5	Análisis de Correlación de Spearman	32
2.4.6	Relación calidad de agua y uso de suelo	33

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Descripción de la zona de estudio	35
3.1.1	Ubicación	35
3.1.2	Usos de suelo de la parroquia San Gerardo	36
3.1.3	Parroquia San Gerardo	36
3.1.4	Delimitación del área de influencia	37
3.1.6	Climatología	38
3.1.7	Pendiente	39
3.2	Actividades relacionadas con la evaluación de la calidad del agua	42
3.2.1	Procedimiento de muestreo	43
3.2.1.1	Selección de puntos de muestreo	44
3.2.1.2	Toma de muestras	46
3.2.2	Análisis de influencia de variables espacio-temporales sobre los parámetros de calidad del agua	47
3.2.3	Prueba de Normalidad	48
3.2.4	Prueba de independencia	48
3.2.5	Prueba de Homocedasticidad	49
3.2.6	Análisis de Varianza	49
3.2.7	Prueba “Post – hoc”	50
3.2.8	Análisis de correlación aplicado a los parámetros de calidad de agua	50
3.3	Uso, cobertura de suelo y las diferentes ocupaciones	50
3.3.1	Categorización de uso y cobertura de suelo	50
3.4	Relación entre la calidad del agua y el uso de suelo	51
3.4.1	Análisis de correlación aplicado la relación agua – uso de suelo	51

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de la determinación de calidad de agua	52
4.1.1 Resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y su comparación con la normativa ecuatoriana	52
4.1.2 Resultados del estudio de variables espacio - temporales aplicado a los 7 parámetros representativos de calidad de agua	55
4.1.2.1 Resultados de análisis de varianza para el estudio de la influencia de la variable espacial “punto de muestreo” sobre los 7 parámetros representativos de calidad de agua	55
a. Resultados de la prueba de independencia	56
b. Resultados de la prueba de normalidad	57
c. Resultados de la prueba de homocedasticidad	60
d. Resultados del análisis de varianza para la variable espacial “punto de muestreo”	61
4.1.2.2 Resultados de análisis de varianza para el estudio de la influencia de la variable temporal “mes de monitoreo” sobre los 7 parámetros representativos de calidad de agua	64
a. Resultados de la prueba de independencia	64
b. Resultados de la prueba de normalidad	66
c. Resultados prueba de homocedasticidad	68
d. Resultados del análisis de varianza para la variable temporal “mes de monitoreo”	68
4.1.3 Resultados del análisis de correlación aplicado a los parámetros de calidad de agua	71
4.1.3.1 Resultados de la prueba de normalidad Shapiro – Wilks	71
4.1.3.2 Resultados de correlación de Spearman aplicada a los parámetros de calidad de agua	72
4.2 Resultados de categorización de uso y cobertura de suelo	76
4.3 Resultados de la relación de la calidad del agua a causa del uso y cobertura de suelo	79
4.3.1 Resultados de la subdivisión del área de influencia	79
4.4 Resultados del análisis de correlación aplicado a los parámetros de calidad de agua	82
4.4.1 Resultados de la prueba de normalidad Shapiro – Wilks	82

4.4.2 Resultados de correlación aplicada a parámetros individuales de calidad de agua con los usos de suelo	83
---	----

4.5 Distribución de las concentraciones de los parámetros de calidad del agua medidos en la laguna San Martín.	88
--	----

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	93
------------------	----

5.2 Recomendaciones	95
---------------------	----

Referencias bibliográficas

ANEXOS

Anexo A. Fotografías del área de estudio	112
--	-----

Anexo B. Análisis de los resultados de los parámetros de calidad de agua respecto a la normativa vigente	113
--	-----

Anexo C. Resultados del laboratorio	123
-------------------------------------	-----

Anexo D. Resultados de Análisis de influencia espacio temporal en los parámetros de calidad del agua.	153
---	-----

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa del área de estudio de la parroquia San Gerardo.	35
Ilustración 2. Mapa de limitación geográfica del área de influencia y puntos de muestreo.	37
Ilustración 3. Mapa de hidrografía del área de influencia y de la micro cuenca Jubones.	38
Ilustración 4. Mapa de pendientes del área de influencia y de la parroquia San Gerardo.	40
Ilustración 5. Mapa de geología del área de influencia y de la parroquia San Gerardo.	41
Ilustración 6. Diagrama de dispersión de predichos vs. residuos para resultados de los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO5-DQO-Turbidez-Nitratos-OD, ANOVA.	57
Ilustración 7. Gráfico Q-Q Plot de distribución normal para los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO5-DQO-Turbidez-Nitratos-OD, ANOVA.	59
Ilustración 8. Diagramas de dispersión de predichos vs. residuos para los resultados de los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO5-DQO-Turbidez-Nitratos-OD. ANOVA	65
Ilustración 9. Gráfico Q-Q Plot de distribución normal para los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO5-DQO-Turbidez-Nitratos-OD, ANOVA	67
Ilustración 10. Uso y cobertura de suelo del año 2008 en el área de influencia.	77
Ilustración 11. Uso y cobertura de suelo del año 2021 en el área de influencia.	78
Ilustración 12. Cambio del uso y cobertura de suelo en el área de influencia.	79
Ilustración 13. Mapa de subdivisión en 6 zonas del área de influencia.	79
Ilustración 14. Área porcentual de usos de suelo por cada zona de estudio.	81
Ilustración 15. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (A) Temperatura, (B) Turbidez, (C) pH, (D) Sólidos totales.	90
Ilustración 16. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (E) OD, (F) DBO5, (G) DQO, (H) Nitratos.	90
Ilustración 17. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (I) Alcalinidad, (J) Cloruros, (K) Color real, (L) Conductividad eléctrica.	91
Ilustración 18. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (M) Dureza total, (N) Clorofila a, (O) Coliformes fecales, (P) Coliformes totales.	91
Ilustración 19. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (Q) Fosfatos.	92

Índice de Tablas

Tabla 1. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.	28
Tabla 2. Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.	28
Tabla 3. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.	28
Tabla 4. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.	29
Tabla 5. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario.	29
Tabla 6. Usos de suelo del cantón Girón.	36
Tabla 7. Tipos de clima en la zona de estudio	39
Tabla 8. Descripciones geológicas de la parroquia San Gerardo	40
Tabla 9. Matriz de afecciones geológicas en la zona de estudio	41
Tabla 10. Parámetros de calidad del agua.	42
Tabla 11. Métodos de Análisis de Parámetros.	43
Tabla 12. Puntos de muestreo.	45
Tabla 13. Datos medidos in – situ del monitoreo N°1.	113
Tabla 14. Datos medidos in – situ del monitoreo N°2.	115
Tabla 15. Datos medidos in – situ del monitoreo N°3.	117
Tabla 16. Datos medidos in – situ del monitoreo N°4.	119
Tabla 17. Datos medidos in – situ del monitoreo N°5.	121
Tabla 18. Prueba de Shapiro - Wilks para los parámetros de calidad del agua.	59
Tabla 19. Prueba de Levene para los parámetros de calidad de agua, ANOVA.	60
Tabla 20. Análisis ANOVA para “punto de muestreo” para los parámetros PO43-, Cl- y OD.	61
Tabla 21. Prueba post – hoc para “punto de muestreo” para PO43-, Cl- y OD	62
Tabla 22. Análisis Kruskal Wallis para “punto de muestreo” para los parámetros.	63
Tabla 23. Prueba Welch de ANOVA para el parámetro turbidez con respecto al punto de muestreo.	63
Tabla 24. Prueba de Shapiro - Wilks para los parámetros de calidad del agua.	67
Tabla 25. Prueba de Levene para los parámetros de calidad de agua, ANOVA.	68
Tabla 26. Análisis ANOVA para “mes de monitoreo” para los parámetros.	69
Tabla 27. Prueba post – hoc para “mes de monitoreo”.	69
Tabla 28. Análisis Kruskal Wallis para “mes de monitoreo” del parámetro DQO.	70
Tabla 29. Análisis Welch de ANOVA para “punto de muestreo” del parámetro cloruros.	70
Tabla 30. Prueba de Shapiro – Wilks para parámetros de calidad del agua.	71
Tabla 31. Coeficientes de correlación de Spearman – parámetros de calidad de agua.	72
Tabla 32. Distribución de usos y coberturas de suelo del año 2008 en el área de influencia	76

Tabla 33. Distribución de usos y coberturas de suelo del año 2021 en el área de influencia	77
Tabla 34. Área en hectáreas de usos de suelo para las 6 zonas del área de influencia.	80
Tabla 35. Área en porcentaje de usos de suelo para las 6 zonas del área de influencia	80
Tabla 36. Prueba de normalidad Shapiro – Wilks para parámetros de calidad de agua y usos de suelo.	82
Tabla 37. Coeficientes de correlación de Pearson entre parámetros de calidad de agua y usos de suelo.	84

Lista de siglas y abreviaturas

ANOVA	Análisis de Varianzas
Alc	Alcalinidad
Col	Color
CE	Conductividad eléctrica
CF	Coliformes fecales
CT	Coliformes totales
Cl-	Cloruros
DT	Dureza total
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
FT	Fósforo total
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
h ₀	Hipótesis nula
h ₁	Hipótesis alternativa
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NMP	Número más probable
NO ₃ ⁻	Nitratos
OD	Oxígeno Disuelto
OMS	Organización Mundial de la Salud (World Health Organization)
pH	Potencial de hidrógeno
PO ₄ ³⁻	Fosfatos
Pt	Fósforo total
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
P1-6	Punto 1 al 6 de muestreo en la Laguna San Martín
ST	Sólidos totales
T	Temperatura
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente
Turb	Turbidez

UTM	Universal Transverse Mercator
WGS	World Geodetic System

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis padres Sandra León y Vicente Aguilar quienes con su amor, paciencia y apoyo me han permitido cumplir mis metas hasta poder el día de hoy alcanzar un logro más. A toda mi familia y hermanos quienes son el motor de mis días. También es importante mencionar a aquellas personas que me han apoyado y motivado en este largo camino, siendo amigos y compañeros leales quiero mencionar a José, Camila y Belén que con su ayuda y motivación me han impulsado para llegar a este momento.

Además como un pilar fundamental a todos mis maestros quienes como guías me han ayudado a enriquecer mi conocimiento en la universidad y a prepararme para una vida llena de retos y con muchos más logros que alcanzar.

Adriana Carolina Aguilar León

Dedicatoria

Esta investigación va dedicada a mi madre Luisa Tapia por todo su apoyo incondicional, por alentarme en los momentos más difíciles con su cariño y apoyo. A mi padre Segundo Maldonado por confiar en mí, por sus consejos y ser un hombre valiente que ha luchado por su familia. A mis hermanos Patricia, Felipe y Fabián por aconsejarme y querer lo mejor para mí. A mis compañeras Carolina Aguilar y Belén Alvarado, con cuyo apoyo he podido contar en la carrera universitaria y finalmente gracias a todos los maestros que con sus conocimientos han aportado significativamente en mi ámbito académico.

Camila Fernanda Maldonado Tapia

Agradecimientos

Queremos empezar agradeciendo a Dios por ser el principal guía y permitirnos tener una experiencia grata conociendo a personas maravillosas a lo largo de nuestros caminos, al ingeniero Fernando García, que con su vasto conocimiento y soporte nos ha impulsado para lograr exitosamente el presente trabajo.

Al Gobierno Provincial del Azuay y al Gobierno Autónomo Descentralizado de Girón, quienes con su apoyo han permitido la realización de este proyecto y han brindado la oportunidad de aplicar en el campo laboral nuestros conocimientos.

A nuestros profesores de la universidad, quienes con su conocimiento han inculcado que se puede lograr un mundo mejor, en donde el ser humano no es el centro en nuestro planeta, sino que comparte junto con otras especies en donde debe existir convivencia.

Finalmente agradecemos al grupo de “compañeros conejo” quienes nos han acompañado a lo largo de la universidad en múltiples experiencias, viviendo momentos difíciles y disfrutando los gratos resultados del esfuerzo.

Adriana Carolina Aguilar León
Camila Fernanda Maldonado Tapia

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

El agua dulce es un recurso natural de gran importancia que permite mantener la vida, el desarrollo económico y el medio ambiente. Este recurso se mantiene en constante movimiento a través de un ciclo donde se evapora desde la superficie terrestre y de los océanos hacia la atmósfera; y desde ahí se condensa y precipita como lluvia, nieve o granizo. El agua resultante de la precipitación puede caer sobre cuerpos hídricos como lagos, lagunas, arroyos, ríos y océanos; también puede ser captada por la vegetación o puede filtrarse por la tierra hasta corrientes de aguas subterráneas.

Por otra parte, el uso y cobertura de suelo modificado por actividades antropogénicas han producido impactos negativos en la calidad del agua superficial, como la variación del caudal, el transporte de sedimentos y la presencia de cargas contaminantes de fuentes difusas (Chiang et al., 2021). El uso de suelo hace referencia a la manera en la cual, el suelo ha sido utilizado por el ser humano y por su hábitat, específicamente en el papel utilitario de este compartimento para actividades económicas; mientras que la cobertura de suelo comprende las propiedades biofísicas de la superficie terrestre (EPA, 2002).

Es adecuado monitorear la calidad de los diferentes cuerpos hídricos, debido a que facilita evaluar su estado físico, químico y microbiológico, en base a ello se puede elaborar y difundir normativas y políticas adecuadas que ayuden a prevenir consecuencias perjudiciales. Estudiar los parámetros de calidad del agua permite observar el estado del ecosistema y emitir reglamentos que puedan proteger a las zonas de conservación. Del mismo modo, los monitoreos aportan información sobre comunidades susceptibles a conflictos de carácter social, contribuyendo a realizar estudios de impacto ambiental y programas de manejo para zonas de preservación, así como para brindar un uso pertinente al cuerpo hídrico en cuestión (Atara, 2015).

Los hábitats terrestres han atravesado diversos cambios, en gran parte a causa de la modificación en la cobertura del terreno y al uso intensificado del suelo. La sociedad humana ha transformado los ecosistemas en los últimos 300 años; mostrando que en el año 2000 los bosques y selvas de América Latina perdieron más del 50 % de su cobertura natural; específicamente, países como Brasil, México y Costa Rica fueron los principales afectados (Ruiz et al., 2014).

De acuerdo con Tisalema (2019) una laguna es un depósito que abastece y suministra agua, cuyas características son similares a la de los lagos, pero su profundidad es inferior a 10 metros. Las lagunas son cuerpos de agua interiores que no poseen un intercambio directo con algún océano, estos ecosistemas están compuestos por propiedades físicas, químicas y biológicas. Los lagos pueden contener agua dulce o salada, pueden ser superficiales o profundos, permanentes o temporales y según su origen pueden encontrarse en algún sitio dentro de una cuenca fluvial. Los lagos contienen el 49,8 % del agua dulce superficial líquida. Variedad de especies necesitan del agua dulce para sobrevivir y los humanos dependen constantemente de los lagos para una gran cantidad de bienes y servicios, como agua potable, eliminación de residuos, pesca, riego agrícola, actividad industrial y recreación. Por estas razones, los lagos son ecosistemas valiosos (Bhateria & Jain, 2016).

En varios estudios se ha establecido que las zonas pobladas, tierras agrícolas y la deforestación son las principales actividades que promueven el cambio de uso y cobertura de la tierra, ocasionando la disminución de la calidad del agua y por otro lado aquellos territorios boscosos muestran correlaciones negativas con gran parte de los contaminantes. No obstante, se tiene poco conocimiento sobre la relación entre uso y cobertura de suelo respecto a la calidad del agua afectada por distintas fuentes de contaminación, sean estas puntuales o difusas (Gorgoglione et al., 2020). La intensificación insostenible de actividades agropecuarias circundantes a fuentes naturales de agua produce la erosión del suelo y el deterioro de la calidad hídrica a causa de la sedimentación. La descarga de nutrientes como consecuencia de un mal manejo de pesticidas y la quema de vegetación pueden generar eutrofización y alta carga de nutrientes en aguas superficiales (Tahiru et al., 2020).

La teledetección ha sido aplicada para clasificar y mapear los cambios de uso y cobertura de suelo con varias técnicas y variedad de datos, como imágenes Landsat que brindan una clasificación adecuada de los componentes paisajísticos a gran escala (Hua, 2017). Con el paso del tiempo diferentes investigaciones sobre el manejo de cuencas hidrográficas han sido desarrolladas ampliamente. Para ello se han utilizado distintas herramientas de análisis como sistemas de información geográfica (SIG) y el análisis multivariado que pueden estudiar datos espaciales e interacciones complejas, mismos que están siendo empleados en la gestión de cuencas hidrográficas. Específicamente la cobertura vegetal, las características del suelo, la intensidad del aprovechamiento de la tierra y la distribución de las áreas de asentamiento perjudican los procesos de escorrentía y el transporte de sólidos y solutos en las cuencas de captación (Batbayar et al., 2018).

En el ámbito agrícola, los pastizales representan la base de alimentación más accesible para la industria ganadera, aportando directa e indirectamente al cambio climático a través de la emisión de gases de efecto invernadero. Por tanto, es necesario una reducción máxima de la intensificación de pastizales para minimizar los riesgos ambientales (Ali et al., 2016). El pastoreo es una actividad altamente contaminante a causa de la cantidad de nutrientes, entre ellos el nitrógeno y fósforo, emitidos al ecosistema, principalmente a los compartimentos aire y agua. Diversos estudios han señalado que la pérdida de nitrógeno por lixiviación y arrastre ya sea de forma superficial o subsuperficial es hasta cinco veces más alta a causa del pastoreo (Alfaro & Salazar, 2005).

En la parroquia San Gerardo, cantón Girón ubicado en la provincia del Azuay, la economía se ha desarrollado en torno a distintas actividades, en su mayoría ligadas a la ganadería, agricultura, silvicultura y pesca. A causa de ello, se han realizado investigaciones acerca del impacto de la contaminación ambiental en cuerpos de agua superficiales, evidenciando la presencia de residuos sólidos en ríos y quebradas, así como la contaminación a nivel de fuentes hídricas y vertientes por actividades agrícolas y pecuarias (GAD de San Gerardo, 2019). A nivel cantonal el agua es el componente más contaminado, viéndose afectada la calidad y cantidad del mismo por la actividad antrópica (GAD de Girón, 2014).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de la Laguna San Martín ubicada en la parroquia San Gerardo del cantón Girón en la provincia del Azuay, por medio del análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos; aplicándose posteriormente un método estadístico de correlación para determinar la influencia con los usos y coberturas de suelo del área de influencia determinada. Este proyecto se llevó a cabo debido al interés presentado por las autoridades pertinentes, realizando un convenio No: 041-2020 de cooperación entre el Gobierno Provincial del Azuay y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Girón para la primera etapa del proyecto de conservación y restauración ambiental de la laguna San Martín. Con los resultados obtenidos se aspira brindar información que evidencie el estado del entorno, logrando a futuro una gestión sostenible tanto de la Laguna San Martín como del ecosistema alrededor.

1.2 Identificación del problema y justificación

San Gerardo es una parroquia del cantón Girón que se caracteriza por ser un centro poblado cuyas actividades económicas se fundamentan en el sector agrícola y ganadero, esto ha provocado el cambio del uso de suelo a causa de las distintas acciones productivas del lugar, ocasionando la disminución de la calidad del agua de la Laguna San Martín. Según Guamán (2015) se ha constatado un nivel elevado de degradación y advertencia de desaparición de

la laguna San Martín, a causa de la apertura de zanjas de drenaje por los propietarios establecidos en sus alrededores. A su vez, se ha observado la ejecución de actividades de ensanchamiento y profundización en la salida de la laguna, con el objetivo de extraer más agua de la que existe naturalmente, incrementando el desecamiento de la misma.

La laguna San Martín es un cuerpo hídrico importante que ha sido utilizado por las comunidades para el riego de los cultivos y para consumo animal. La construcción de zanjas de drenaje que tienen como fin el secar la laguna para realizar pastoreo y la introducción de ganado vacuno han modificado y acelerado el proceso de eutrofización de la misma. Esto ha causado un incremento de las zonas de pastoreo y la disminución del área de inundación, provocando un alto nivel de contaminación y una reducción de los caudales de salida de agua hacia la quebrada San Martín (Guamán, 2015).

En la actualidad las actividades antropogénicas que se realizan alrededor de la Laguna San Martín generan gran impacto en este ecosistema lacustre. Por ello, es prioritario determinar la relación entre el uso y cobertura de suelo con la calidad del agua, para lograr identificar el grado en que las actividades antrópicas afectan a este cuerpo hídrico. En condiciones adecuadas, esta laguna podría brindar grandes beneficios a partir de sus servicios ambientales, figurando un potencial ecológico y paisajístico que puede resultar de interés para instituciones afines y moradores que hacen uso de estas aguas. Particularmente no se ha brindado el interés necesario en establecer la influencia del uso y cobertura de suelo en la calidad del agua de la Laguna San Martín. Por ello, es necesario contribuir con información en este tema de investigación, tomando en cuenta las acciones que se ejecutan alrededor y al ecosistema en general, así como los beneficios potenciales de cuerpos hídricos bien conservados.

Los resultados de este estudio permitirán proporcionar directrices suficientes a entidades como el Gobierno Provincial del Azuay y el GAD Municipal de Girón, para una mejor planificación de los usos de suelo, la gestión del agua y la ejecución de medidas futuras como la restauración del sistema lacustre, programas de manejo de cuencas (afluente a la laguna) que sean viables y ecológicamente racionales. De acuerdo con Sandoval (2009), también se puede implementar la formulación de políticas dentro de la evaluación de decisiones alternativas de gestión de la tierra, implementación de medidas para prevenir la contaminación de la laguna, así como la elaboración de propuestas que logren un uso sostenible del recurso y que puedan conservarlo mediante métodos para vigilar la contaminación, normalizar la construcción de infraestructura hidráulica y demás.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar la influencia del uso y cobertura de suelo en la calidad del agua de la Laguna San Martín.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del afluente y de la laguna San Martín, de acuerdo con lo establecido en la normativa nacional vigente.
- Identificar el uso y cobertura de suelo alrededor de la Laguna San Martín mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica.
- Establecer la relación entre los distintos usos y coberturas de suelo en la calidad del agua empleando una correlación estadística.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Calidad del agua

El agua es un componente básico para la existencia, se moviliza a través de los océanos, la atmósfera, lagos, ríos, glaciares y aguas subterráneas. Varias civilizaciones se han desarrollado alrededor de fuentes de agua; el Cairo, Londres, Washington, Berlín, o México son, o eran localidades ribereñas. En todos estos casos los ecosistemas acuáticos se han degradado a causa del aumento demográfico y el manejo inadecuado de recursos. La estrecha relación con el hombre ha producido cambios en la dinámica de ríos y lagos. Además de brindar el líquido vital para la sobrevivencia humana, los ríos y lagos en las sociedades han sido considerados como transportadores de desechos (ríos) o receptáculos (lagos) Lindig & Zambrano (2007).

Las aguas superficiales como lagos de agua dulce, ríos, lagunas, entre otras, son utilizadas para satisfacer las necesidades cotidianas del ser humano, entre ellas están el suministro de agua potable, navegación, recreación y demás. A medida del avance de la sociedad la emisión de aguas residuales domésticas e industriales empezaron a contaminar los recursos hídricos amenazando a los ecosistemas. Por todo ello, distintas fuentes de agua superficial en el mundo están altamente contaminadas, siendo algunas utilizadas únicamente como receptoras de desechos (Sierra, 2011).

La calidad del agua puede definirse por la concentración y el estado de los componentes orgánicos e inorgánicos existentes, junto con ciertas propiedades físicas del agua. Los mecanismos utilizados para vigilar la calidad del agua son: valoraciones in situ, la toma y análisis de muestras de agua, el análisis, la evaluación y la difusión de los resultados analíticos. El fin más importante de un programa de control es obtener los datos necesarios (por medio de monitoreos y análisis frecuentes o intensivos) para diagnosticar las variaciones espaciales y/o temporales de la calidad del agua (INEN 2169, 2013). El cambio de uso de suelo y las épocas de crecimiento más prolongadas contribuyen a incrementar el empleo de fertilizantes con la consiguiente lixiviación de estos a los cursos de agua, ríos y lagos, pudiendo causar eutrofización y pérdida de fauna (Bhateria & Jain, 2016).

La calidad del agua se puede determinar por distintos parámetros como DBO, temperatura, conductividad eléctrica, nitrato, fósforo, potasio, oxígeno disuelto, y demás. Los metales pesados como Pb, Cr, Fe, Hg, entre otros son de especial preocupación ya que producen agua o envenenamiento crónico en la biota acuática. A nivel global la presencia de algas

dañinas es más frecuente en entornos de agua dulce (Bhateria & Jain, 2016). Los sectores rurales aledaños a las ciudades poseen gran cantidad de agua, sin embargo, son las que más se padecen cuando se trata de satisfacer sus necesidades, aumentando el desequilibrio entre el suministro y la cantidad de agua requerida. Asimismo, el agua disponible para el consumo humano en infraestructuras de potabilización comunitarios tiende a ser de menor calidad, produciendo a su vez problemas de salud en sus pobladores (Cachipundo et al., 2021).

El monitoreo de calidad de agua es un instrumento de suma importancia para la gestión ambiental ya que permite determinar las tendencias temporales y espaciales de la calidad o estado del ambiente. En cuerpos de agua superficiales el monitoreo ayuda a la implementación de acciones con anterioridad, evitando que la afectación ambiental continúe e incremente (Egoavil, 2014).

2.1.1 Contaminación del agua

La contaminación del agua puede ser de origen natural o antropogénico. Este último es causado por el desarrollo de varias actividades realizadas por el hombre que incorporan de manera directa o indirecta compuestos o energía que provocan inconvenientes como: perjuicios en los organismos, consecuencias en la salud de los humanos, limitaciones de actividades acuáticas (natación, buceo, pesca, etc.), e interferencia en actividades económicas (riego, suministro de agua para la producción, etc.) (Sierra, 2011).

Esta es la forma más importante de contaminación de aguas, debido a que el progreso y la industrialización generan un incremento en la utilización del recurso y una mayor producción de desechos, los cuales en su mayoría terminan en las fuentes de agua (García, 2009). La contaminación puntual hace referencia a aquellas aguas no tratadas que llevan consigo una gran diversidad de químicos orgánicos e inorgánicos, siendo en su mayoría nocivos para las especies acuáticas y para el ser humano. Normalmente los sitios de descarga son identificables, permitiendo así su control (Aguilar et al., 2006).

La contaminación difusa o no puntual son aquellas descargas que se producen sin conocer dónde se generaron, quién fue el causante y en qué grado se dio la contaminación. De acuerdo con la FAO (2018) los contaminantes agrícolas más alarmantes para la salud humana son los patógenos del ganado, plaguicidas, nitratos en las aguas subterráneas, oligoelementos metálicos y los contaminantes emergentes, como los antibióticos y los genes que han desarrollado resistencia a los antibióticos excretados por el ganado. Se considera

que un elevado porcentaje de la contaminación de los cuerpos hídricos se debe a actividades agropecuarias; como ejemplo, dos tercios partes del nitrógeno en el agua procede de este sector: un tercio corresponde a desechos animales y otra parte a la escorrentía de agroquímicos provenientes de los cultivos (Aguilar & Pérez, 2007).

2.1.2 Descripción de los principales parámetros de calidad del agua

2.1.2.1 Parámetros físicos

Temperatura: influye en la mayoría de los procesos biológicos que se producen en los ecosistemas acuáticos, este parámetro perjudica el metabolismo respiratorio y en la deposición de amonio en especies que viven en estos hábitats (Valbuena & Cruz, 2006). Modifica la solubilidad de los gases disueltos en el agua, los materiales sólidos acumulan el calor, por lo que la temperatura puede aumentar debido a las altas concentraciones de sólidos disueltos y suspendidos (Fernández, 2012). Para su correcto desarrollo, toda la biota acuática necesita de un adecuado intervalo de temperatura, variable que altera la cantidad de oxígeno en el agua, el proceso de fotosíntesis y a los organismos (Bhateria & Jain, 2016).

Turbidez: permite identificar la presencia de sólidos especialmente coloidales en aguas naturales. Se origina a partir de la erosión y transporte de arcilla, fragmentos de roca, partículas del lecho, etc. Una turbidez alta puede impactar en la biodiversidad acuática debido a que las partículas en suspensión dispersan la luz solar y afectan el proceso normal de la fotosíntesis (Fernández, 2012).

La contaminación física es el resultado de la existencia de partículas solubles e insolubles en el agua afectando su color y olor. La turbiedad es comprendida como la presencia de partículas suspendidas en el agua determinadas por la reflexión de la luz, una turbidez alta disminuye la eficiencia de los procesos de desinfección, generando la proliferación de bacterias (Ospina et al., 2016).

Color: comprende aquellos elementos descompuestos de la materia orgánica, pudiendo ser vegetación y la materia inorgánica (tierra, piedras y rocas), atribuyen color al agua, lo cual suele ser cuestionable por razones estéticas, más no por razones de salubridad (Summers, 2020). Es un parámetro óptico que se basa en la absorción de una fracción del espectro de la radiación visible por sustancias disueltas, coloidales y en suspensión presentes en el agua. Por lo que, para determinar el color verdadero del cuerpo hídrico, se deben filtrar todas las partículas en suspensión (Labh & Vaidya, 2017).

Conductividad eléctrica: propiedad del agua para conducir la electricidad producida por la presencia de sales disueltas. La conductividad se encuentra afectada por el tipo de terreno

que atraviesa el agua y por la presencia o no de vertidos de aguas residuales, ya que los iones que posee no son suprimidos por los procesos de depuración (Fernández, 2012).

Este factor presenta una importante relación con los parámetros de pH, temperatura, sólidos disueltos totales, alcalinidad, etc. La geología del lugar por el que circula el agua puede perjudicar a la conductividad, especialmente en arroyos y ríos. Cuando estos cuerpos fluyen por zonas con lecho de roca granito, tienen una conductividad menor; mientras que los que atraviesan por suelo arcilloso tienen mayor conductividad. Esta variación en la conductividad sucede porque los materiales del suelo al ser movidos por el agua pueden o no ionizarse (Bhateria & Jain, 2016).

Sólidos totales: conforman la totalidad de materia sólida que se encuentra en una solución acuosa, sea esta sustancia orgánica y/o mineral. Los sólidos totales están conformados por sólidos disueltos y en suspensión en el agua, se pueden medir por métodos fisicoquímicos, mediante evaporación y filtración. Se puede distinguir como el residuo que queda luego de evaporar y secar a una temperatura de 103°C de una muestra de agua. Después de este proceso, se pasa por un filtro de 2 μm , se distinguen los sólidos disueltos y suspendidos. Asimismo, pueden proporcionar información sobre el nivel de contaminación del agua (WHO, 2003).

2.1.2.2 Parámetros químicos

Alcalinidad: es una medida de la capacidad de amortiguación (capacidad de resistir cambios en el pH) del agua (Gorde & Jadhav, 2013). La alcalinidad es la propiedad para neutralizar ácidos, compuesta de la totalidad de aquellas bases titulables. La estimación de la alcalinidad permite determinar la cantidad de cal y sosa que pueda ablandar el agua, en este recurso su presencia se debe esencialmente a la existencia de iones de hidróxido (OH^-), iones de bicarbonato (HCO_3^-) e iones de carbonato (CO_3^{2-}) o la mezcla de dos de estos (Summers, 2020).

pH: indica la medida de acidez de una solución acuosa, presentado como una escala logarítmica que varía desde 0 a 14. El agua pura es neutra con un pH de 7, un pH inferior a 7 se considera ácida y un pH superior a 7 es considerada básica o alcalina (Gorde & Jadhav, 2013). El pH permite evaluar la naturaleza corrosiva del agua, mientras más bajo el valor mayor es el estado corrosivo del agua. A su vez, la disminución de actividad fotosintética y la asimilación de dióxido de carbono y bicarbonatos pueden incrementar el valor del pH (Bhateria & Jain, 2016). En el agua la acidez es atribuida mayormente a compuestos como el dióxido de carbono, minerales ácidos, sales hidrolizadas como la férrica y a sulfatos de

aluminio. Los ácidos pueden afectar distintos procesos, produciendo corrosión, reacciones químicas y a su vez intervenir en actividades biológicas. El dióxido de carbono de la atmósfera o de la respiración de la biota acuática, causa acidez al entrar en contacto con el agua, formando ácido carbónico (Summers, 2020).

Oxígeno disuelto: es un gas de oxígeno que se disuelve en el agua, influye en varios procesos del medio acuático por lo que es el indicador más empleado. Su incorporación se da por el intercambio con la atmósfera y como resultado de la fotosíntesis de los productores primarios. Altas concentraciones de OD indican una buena calidad del agua superficial y bajas concentraciones indican una calidad deteriorada (Gorde & Jadhav, 2013).

Demanda química de Oxígeno (DQO): se define como la cantidad de equivalentes de oxígeno consumido en la oxidación química de materia orgánica por oxidante fuerte (por ejemplo, dicromato de potasio) (Hu & Grasso, 2005). La DQO es un parámetro químico que representa una medida del total de materia orgánica e inorgánica que se encuentra disuelta y/o suspendida que puede ser oxidada químicamente a causa de agentes oxidantes en condiciones ácidas. Se mide en miligramos de "oxígeno" equivalentes a la fracción orgánica disuelta y/o suspendida por litro de disolución (agua residual) (Ramírez & Domínguez, 2008).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅): las bacterias y demás microorganismos necesitan de sustancias orgánicas para su subsistencia. Cuando metabolizan los componentes orgánicos, se consume oxígeno. La parte orgánica es descompuesta en compuestos simples, como CO₂ y H₂O, y los microbios utilizan esta energía liberada para otros procesos vitales. Cuando esto ocurre, el oxígeno utilizado es el oxígeno disuelto del agua. Si el oxígeno no es sustituido de forma natural o artificial; la concentración de OD del agua disminuirá a medida que los organismos descomponen la materia orgánica. Este requerimiento de OD se denomina demanda bioquímica de oxígeno (Summers, 2020). Es la medida de la cantidad de contaminación por materia orgánica en el agua expresada en mg/L. Es la cantidad de OD que se necesita para degradar la materia orgánica de una muestra por la acción bioquímica aeróbica de microorganismos en condiciones establecidas (5 días, 20 °C) (Sharma et al., 2016).

Fosfato total (TP): influye en el crecimiento de algas y macrófitos en el agua dulce. Es considerado un nutriente limitante para los sistemas acuáticos, indicando que la escasez de fósforo puede restringir el crecimiento de algas y plantas acuáticas enraizadas (Gorde & Jadhav, 2013).

Se tienen dos tipos comunes de fósforo:

- Fósforo reactivo soluble (SRP): en sistemas limitados en fósforo se encuentra en concentraciones muy bajas y generalmente está relacionado a las algas y circula rápidamente.
- Fósforo total (TP): abarca las formas de fósforo disuelto y en partículas. Las concentraciones de TP mayores a 0.03 mg/L (o 30 g/L) pueden provocar floraciones de algas en lagos y embalses.

Nitratos (NO_3^-): el nitrato en el agua cruda se forma a partir de la fabricación de productos químicos y fertilizantes, descomposición de las plantas y animales, vertidos domésticos e industriales, etc. Es un indicador de contaminación por materia orgánica, por lo que altas concentraciones en un medio acuoso puede generar un proceso de eutrofización (Dohare et al., 2014).

Cloruros: se encuentra de forma común en el agua natural y cruda. Proviene de las actividades desempeñadas en la zona agrícola, industrial y de rocas ricas en cloruro. La alta concentración de este contaminante otorga distinto sabor al agua, también produce corrosión en estructuras metálicas e interfieren de manera negativa en el desarrollo de la vegetación. Los métodos de tratamiento habitualmente empleados son: precipitación, separación por membrana, evaporación y electrólisis (Kumar & Kumar, 2012). En el agua potable, el sabor salino ocurre por la presencia de cloruro. No existe certeza acerca de algún peligro de esta sustancia respecto a la salud humana. Por ello, los cloruros comúnmente se condicionan a 250 mg/L en abastecimientos destinados al uso público según lo expuesto por la OMS (Dev et al., 2015).

Dureza: se origina por la presencia en grandes concentraciones de calcio, magnesio y hierro de los minerales y rocas. De acuerdo con las cantidades en las que se presenten en las aguas, se pueden clasificar por su concentración en blandas (menor de 60 mg/L), ligeramente duras (60-120 mg/L), moderadamente duras (120-180 mg/L) y aguas duras (más de 180 mg/L). Se expresan en mg/L de CaCO_3 (Dohare et al., 2014).

2.1.2.3 Parámetros microbiológicos

Coliformes fecales: forman parte del grupo de coliformes totales, cuyo origen se da en el intestino de los animales de sangre caliente. Estos son de gran importancia para evaluar la calidad del agua en los ríos ya que pueden determinar si la misma se encuentra disponible para fines recreativos o para beber (Seo et al., 2019).

Coliformes totales: conforman aquellos grupos que pueden habitar los intestinos de animales de sangre caliente. Se encuentran en agua contaminada con heces y se asocian mayormente con brotes de enfermedades. No suelen ser patógenos en sí mismos, sin embargo, su presencia en el agua potable indica la posible presencia de patógenos (USEPA, 2002). De manera general, los coliformes totales contienen los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, y *Klebsiella* (Plúas, 2019).

Concentración de clorofila: la clorofila-a es el pigmento clorofílico predominante en las algas verdes (Chlorophyta) en las algas verde-azules solo es uno de distintos pigmentos (Cyanophyta), amarillo-marrón (Chrysophyta) y otras. La clorofila-a es comúnmente empleada para la estimación directa de biomasa de las algas, sin embargo, puede subestimar la producción de aquellas algas que contienen múltiples pigmentos (Gorde & Jadhav, 2013).

2.1.3 Regulación sobre calidad de agua

La existencia en el agua de múltiples parámetros permite que los métodos y análisis de calidad del agua sean una herramienta apta para determinar su estado ecológico, por lo cual, se han elaborado normas de calidad de aguas superficiales según la estimación de concentraciones máximas permisibles de agentes químicos (Baque et al., 2016).

Ecuador cuenta con una normativa ambiental que presenta los límites máximos permisibles de calidad del agua acuerdo a sus criterios de uso, expuestos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente "TULSMA", libro VI, anexo 1.

2.1.3.1 Límites máximos permisibles: TULSMA

a. Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella que es empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

En la *Tabla 1* se presentan los parámetros que fueron monitoreados en 6 puntos de la laguna. Estos parámetros fueron tomados del TULSMA, Anexo 1 del Libro VI, de acuerdo con los criterios de calidad permitidos para las aguas de uso agrícola.

Tabla 1. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de Calidad
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 mL	1000
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	3
pH	pH	-	6-9

Fuente: (TULSMA, libro VI, anexo 1, 2015, pp. 15-16).

Adicionalmente, se emplea la *Tabla 2* que son las guías destinadas a interpretar la calidad del agua para riego. Aquí se resalta el grado de limitación, expresado como ninguno, ligero - moderado y severo, en donde se indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

Tabla 2. Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.

Problema Potencial	Unidades	Ninguno	Ligero - Moderado	Severo
Conductividad eléctrica	milimhos/cm	0.7	0.7- 3.0	>3.0
Cloruros: -Irrigación superficial -Aspersión	meq/L	4.0	4.0-10.0	>10
	meq/L	3.0	3.0	
Nitrógeno (N- NO3-)	mg/L	5.0	5.0- 30.0	>30
pH	Rango normal	-	6.5 - 8.4	-

Fuente: (TULSMA, libro VI, anexo 1, 2015, pp. 15-16).

b. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario

Se entiende como aguas para uso pecuario a aquellas empleadas para el abrevadero de animales, actividades conexas y complementarias. Según las especificaciones del TULSMA, Anexo 1, Libro VI, para el criterio de aguas destinadas a uso pecuario se deberá cumplir con los parámetros establecidos en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Valor máximo
Nitratos	NO ₃	mg/L	50
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 mL	1000
Sólidos disueltos totales	SDT	mg/L	3000

Fuente: (TULSMA, libro VI, anexo 1, 2015, pp. 16-17).

c. Criterios de calidad de aguas con fines recreativos

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, cuando existe:

- a) Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y
- b) Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca.

Los criterios de calidad del TULSMA, Anexo 1, Libro VI, para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario se presentan en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Valor máximo
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 mL	200
Coliformes totales	NMP	NMP/100 mL	2000
Oxígeno disuelto	OD	% de saturación	>80
pH	pH	-	6.5-8.3

Fuente: (TULSMA, libro VI, anexo 1, (2015, pp. 17-18).

En la *Tabla 5* se muestran los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto secundario.

Tabla 5. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Valor máximo
Coliformes totales	NMP	NMP/100 mL	4000
Oxígeno disuelto	OD	% de saturación	>80
pH	-	pH	6-9

Fuente: (TULSMA, libro VI, anexo 1, 2015, pp. 17-18).

2.2 Generalidades del uso de suelo

El suelo es un recurso natural de gran importancia, que ha sido utilizado por todas las civilizaciones en varias actividades, sean estas agrícolas, el desarrollo de infraestructura civil, el desarrollo industrial, la creación de embalses, reservas, y demás. El uso de suelo es una actividad socioeconómica en donde una zona que posee una utilidad específica importante podría convertirse en otro tipo de utilidad para un propósito general. El valor de utilidad de un suelo depende de distintos factores geográficos (FAO, 2012).

El tipo de uso de la tierra depende de la ubicación, la disponibilidad de agua y suelo, la humedad del suelo, la fertilidad o la proximidad a otras actividades humanas. Este cambio de uso de suelo produce un cambio en el paisaje, presión en los recursos, estrés en la forma de vida y riesgo para la población vulnerable (Broidioi & Nyssen, 2010).

2.2.2 Usos y coberturas de suelo

La cobertura terrestre engloba aquellas características naturales y antropogénicas que se pueden observar en la superficie de la Tierra, como por ejemplo los bosques caducifolios,

humedales, áreas desarrolladas/construidas, pastizales, agua, etc. Por otra parte, el uso del suelo abarca aquellas actividades que tienen lugar en la tierra y representan el uso actual de la propiedad, como por ejemplo las casas residenciales, centros comerciales, viveros de árboles, parques estatales, embalses, etc. (Fonji & Taff, 2014).

2.2.3 Cambio de uso de suelo

El cambio de uso de suelo es un proceso que transforma el paisaje e influye en la disminución del área natural, afecta la biodiversidad del hábitat y degrada la calidad de los componentes naturales (aire, agua y suelo). A su vez contribuye a la pérdida de zonas naturales como bosques o humedales para obtener beneficios económicos y satisfacer las necesidades humanas. Las causas comunes por las que se genera este cambio de uso de suelo son la expansión urbana, el empleo de tierras para usos agrícolas y ganaderos, entre otros. Por ello se ha visto la necesidad de establecer medidas de control que permitan mitigar estos impactos al suelo como: el manejo sostenible de los recursos naturales y los planes de desarrollo y ordenamiento territorial (Environment and Climate Change Canada, 2021).

El cambio en el uso y en la cobertura de la tierra son términos que se utilizan sin distinción alguna. Las investigaciones sobre el cambio de la tierra, la cobertura y el uso de suelo a menudo se estudian en conjunto. Según Fonji & Taff (2014) el uso de suelo y el cambio del uso de suelo es un aspecto de suma importancia para el medio ambiente, ya que esto representa un papel importante primero a nivel local y regional; que luego van a adherirse al cambio ambiental global. A su vez, dichos cambios afectan a otros componentes del sistema tierra-atmósfera, lo cual produce consecuencias adversas como la pérdida de biodiversidad, la desertificación y el cambio climático.

2.3 Imágenes satelitales

Las imágenes satelitales comprenden fuentes de información y datos básicos que pueden dar respuesta a la obtención de datos esenciales y la información necesaria para el análisis de las actividades de mapeo de inventarios, territorios y recursos naturales. La exactitud, la precisión y la objetividad son características esenciales para los usuarios. Las imágenes satelitales han sido el resultado de un proceso técnico llamado teledetección. Según la USAID (2006), la teledetección es la ciencia y el arte de obtener información útil sobre un objeto, área o fenómeno a través del análisis de datos adquiridos por un dispositivo que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno bajo investigación. La teledetección se refiere a la tecnología de adquisición de información sobre la superficie terrestre (tierra y océano) y la

atmósfera utilizando sensores a bordo de plataformas aéreas (aviones, globos) o espaciales (satélites, transbordadores espaciales).

Estas imágenes son de gran importancia debido a que permiten la realización de mapas de uso de suelo para facilitar su evaluación, debido a su utilidad se ha logrado realizar una óptima gestión de los recursos naturales, contribuyendo a generar información histórica de utilidad para varios estudios (Amimi et al., 2021).

2.3.1 Cambio de uso y cobertura de suelo mediante la aplicación de imágenes satelitales

Según menciona Fonji & Taff (2014) para el monitoreo del cambio del uso y cobertura de suelo el uso de imágenes satelitales es una excelente herramienta ya que pueden cubrir grandes extensiones geográficas y tener una alta cobertura temporal. La teledetección también ha logrado estudiar los cambios en el uso y cobertura de suelo histórico y también proporciona datos de áreas inaccesibles. Los datos satelitales han permitido identificar cambios en ecosistemas acuáticos y terrestres así como áreas costeras, agrícolas, boscosas y urbanas. Según los mismos autores, diversos estudios se basan en los datos de sensores remotos para brindar información sobre el inventario de recursos y el uso de la tierra y para identificar, monitorear y cuantificar patrones cambiantes en el paisaje. La tecnología satelital ha permitido realizar diversos estudios, como la predicción de un hábitat favorable para los lobos en el norte de Wisconsin, la evaluación del efecto del cambio de población en la cubierta forestal en Ghana entre 1990 y 2010, comprender los impulsores socioeconómicos del cambio en la Amazonía ecuatoriana, analizar el cambio en las actividades agrícolas en la Amazonía brasileña, indagar la deforestación en la Amazonía brasileña, entre otros.

2.4 Métodos estadísticos

2.4.1 Análisis ANOVA

El método paramétrico de análisis de varianza ANOVA es muy eficaz para estudiar datos experimentales. En un principio fue empleado para estimar las diferencias entre distintos grupos de tratamiento (Armstrong et al., 2002). Se ha determinado que este método puede clasificarse de acuerdo con el número de variables independientes existentes como ANOVA de una o dos vías. Según lo expone Kazerouni (2009) la metodología de ANOVA se basa en determinar si existe similitud entre las medias de un estudio, este análisis se realiza mediante la comparación de varianzas de las variables independientes con la varianza promedio del conjunto de datos, relación conocida como estadístico "W". De acuerdo con Gaddis (1998), para la ejecución de este método se deben cumplir con ciertas condiciones como presentar

la variable dependiente con razón numérica, varianzas homogéneas, datos independientes y que correspondan a una distribución normal o gaussiana; por lo cual se realizan pruebas a los residuales de los datos que nos permitan comprobar el cumplimiento. El ANOVA no brinda información de las medias que difieren significativamente de los grupos, así que se recomienda la aplicación de pruebas post-hoc.

2.4.2 Residuales

Los residuales permiten comprobar el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad, normalidad e independencia de la variable independiente. Su valor se obtiene del cálculo de diferencias entre el valor observado de la variable respuesta y el valor predicho (Xu, 2001).

2.4.3 Estadística para datos no paramétricos

Consiste en aquellos métodos estadísticos que se aplican cuando los datos de la variable no se ajustan a los criterios paramétricos; es decir la distribución de los datos es desconocida. Kruskal-Wallis es una prueba estadística no paramétrica que estudia las diferencias entre tres o más grupos muestreados de forma independiente en una sola variable continua, la cual no posee una distribución normal (Mckight & Najab, 2010).

Por otro lado, la prueba t de Welch es una prueba paramétrica para comparar medias entre dos grupos independientes sin asumir varianzas de población iguales. Permite obtener la igualdad de medias cuando no se cumple el supuesto de homogeneidad (Aishah & Syed, 2014).

2.4.4 Análisis de Correlación de Pearson

Mide el grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariada conjunta (Restrepo & González, 2007). El coeficiente de correlación "r" de Pearson mide el grado de asociación lineal entre dos variables y en qué medida se relacionan, teniendo valores que varían entre los límites +1 y -1. Cuando el valor $r = 0$, indica que no existe relación entre las variables; los valores ± 1 indican una correlación perfecta positiva (al crecer o decrecer X, crece o decrece Y) o negativa (al crecer o decrecer X, decrece o crece Y) (Suárez, 2011).

2.4.5 Análisis de Correlación de Spearman

Determina la dirección y magnitud del vínculo entre dos variables cuantitativas, es decir la intensidad de la relación entre las variables, en cualquier tipo de asociación, no precisamente lineal. A su vez, permite determinar si, al aumentar el valor de una variable, aumenta o

disminuye el valor de la otra variable y brinda un coeficiente de correlación, mismo que permite obtener el grado de asociación entre dos variables numéricas (Mondragón, 2014).

Es una medida de asociación lineal que utiliza los rangos, números de orden de cada grupo de sujetos y compara dichos rangos. A su vez permite conocer el grado de asociación entre ambas variables, el coeficiente de correlación de Spearman permite determinar la dependencia o independencia de dos variables aleatorias (Mondragón, 2014).

La fórmula de este coeficiente se encuentra descrita en la ecuación 1:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

- r_s = coeficiente de correlación de Spearman
- n = la cantidad de sujetos que se clasifican
- x_i =el rango de sujetos i con respecto a una variable
- y_i = el rango de sujetos i con respecto a una segunda variable
- $d_i = x_i - y_i$
- En donde d_i , es la diferencia entre los rangos de X y Y

2.4.6 Relación calidad de agua y uso de suelo

De acuerdo con Araya & Fernández (2011), la zona alta de una microcuenca presenta una adecuada cobertura vegetal, así como procesos de regeneración natural y escasa modificación al canal fluvial, siendo una zona con buena calidad. A medida que se desciende en la microcuenca, existe presencia humana, el estado de la vegetación ribereña disminuye, en tanto, en la zona media y baja existe gran alteración del entorno.

Con el paso del tiempo han existido varias investigaciones que relacionan la calidad del agua y el uso de suelo, entre ellos se encuentra el estudio de Umwali et al. (2021) mismo que ha estudiado la variación estacional de la calidad del agua influenciada por el uso y la cobertura del suelo en el lago Muhazi, el cual presentó correlaciones positivas entre tierras de cultivo y contaminantes como temperatura, nitratos y turbidez, y correlaciones negativas entre zonas naturales como humedales y la temperatura.

Huang (2013) en una investigación sobre la evaluación del impacto del uso del suelo en la calidad del agua de la cuenca del lago Chaohu, determinó mediante análisis estadísticos una

correlación positiva entre el área cultivada y la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ y OD y una relación negativa respecto a la concentración de FT y NT. Estableciendo que la presencia de vegetación en la superficie de la tierra cultivada puede absorber contaminantes.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de la zona de estudio

3.1.1 Ubicación

El área de estudio constituyó la laguna San Martín y su zona de influencia. Esta laguna se encuentra ubicada en la parroquia San Gerardo, cantón Girón, provincia del Azuay. Los centros poblados que están a su alrededor son: San Martín Grande, San Martín Chico y algunos propietarios ubicados cerca del cuerpo hídrico. El sitio de estudio está localizado dentro de la microcuenca del río Jubones y se encuentra bajo la jurisdicción del cantón Girón. San Gerardo forma parte de tres parroquias de dicho cantón y posee una extensión de 5189.29 ha, representando el 14.81% de la totalidad del territorio. Se encuentra localizado al noroeste de la cabecera cantonal.

La altura en San Gerardo oscila entre los 2075 y 3880 m s.n.m. y limita al norte con la parroquia Victoria del Portete del cantón Cuenca y parte de la parroquia Girón, al sur y al este con la parroquia Girón y al oeste con el cantón San Fernando, con sus parroquias San Fernando y Chumbún. Este territorio posee una población dedicada netamente al sector agropecuario, teniendo una tasa de crecimiento poblacional baja. La migración es una situación relevante, dando como resultado un abandono de los campos, provocando que la agricultura pase a segundo plano y que la ganadería obtenga mayor prioridad. Sin embargo, los productos que se consiguen de esta actividad son distribuidos en Girón, San Fernando y Tarqui, sin obtener una retribución económica significativa (GAD de San Gerardo, 2019). En la Ilustración 1 se muestra la ubicación geográfica de la parroquia San Gerardo.



Ilustración 1. Mapa del área de estudio de la parroquia San Gerardo.

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM), 2021.

3.1.2 Usos de suelo de la parroquia San Gerardo

De acuerdo con el PDOT realizado por el GAD de San Gerardo (2019), en la *Tabla 6* se exponen las áreas de usos y coberturas de suelo en la parroquia San Gerardo. Se evidencia que tanto para el año 2016 y 2018 la cobertura correspondiente a mosaico agropecuario es la que se encuentra en mayor cantidad, mientras que la cobertura referente a infraestructura es la menor. A su vez se puede destacar que no han existido cambios considerables respecto a las superficies, sin embargo áreas naturales como espejos de agua y bosque nativo se han reducido, y la presencia de actividad pecuaria se está configurando como la principal fuente económica del lugar.

Tabla 6. Cobertura de suelo de la parroquia San Gerardo.

Unidad de uso o cobertura vegetal	Año 2016 Área (ha)	Año 2018 Área (ha)
Área poblada	29.42	29.42
Bosque nativo	462.15	455.75
Espejos de agua natural	8.30	6.37
Mosaico agropecuario	3441.65	3471.84
Páramo	1402.28	1402.64
Vegetación arbustiva/herbácea	208.26	209.26
Áreas sin cobertura	23.03	0.00
Plantación forestal	57.49	57.49
Infraestructura	1.53	1.53

Fuente: (GAD de San Gerardo, 2019).

3.1.3 Parroquia San Gerardo

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial del año 2019, la parroquia San Gerardo tiene distintos usos de suelo, entre ellos está el bosque natural, cuerpo de agua natural, cultivos de ciclo corto, cultivos de maíz, páramo, pasto cultivado, pasto natural y vegetación arbustiva (GAD de San Gerardo, 2019).

La parroquia posee dos tipos de clima: mesotérmico semi-húmedo que ocupa el 48% del territorio y el clima de alta montaña que ocupa el 52%. Por otro lado, la temperatura en la parroquia oscila entre los 4 y 18 °C; una cuarta parte de la zona se presenta con temperaturas entre 14 a 16°C y 35% del territorio entre 10 a 14°C. La precipitación anual se da entre una

escala de 500 y los 1250 mm, en donde el 75% del territorio posee un rango de 750 a 1000 mm (GAD de San Gerardo, 2019).

3.1.4 Delimitación del área de influencia

La bibliografía revisada señala que seis zonas de buffer (de 500 a 1800 m) fueron usadas para establecer la relación del uso y cobertura de suelo en la cuenca del Lago Poyang, en China (Huang et al., 2020).

En el presente estudio se analizó un área de influencia que posee una zona de amortiguamiento de 500 metros alrededor de la laguna, resultando en una superficie total de 241.95 ha. En el rango mencionado se pudo constatar a través de visitas in-situ que existe el aporte de contaminantes a la laguna a causa de la actividad ganadera que existe alrededor. En el Anexo A se puede observar el área de estudio.

El procesamiento de la zona se realizó utilizando el software ArcMap versión 10, en la Ilustración 2 se observa la obtención del área de influencia de la Laguna San Martín con los diferentes puntos de muestreo.

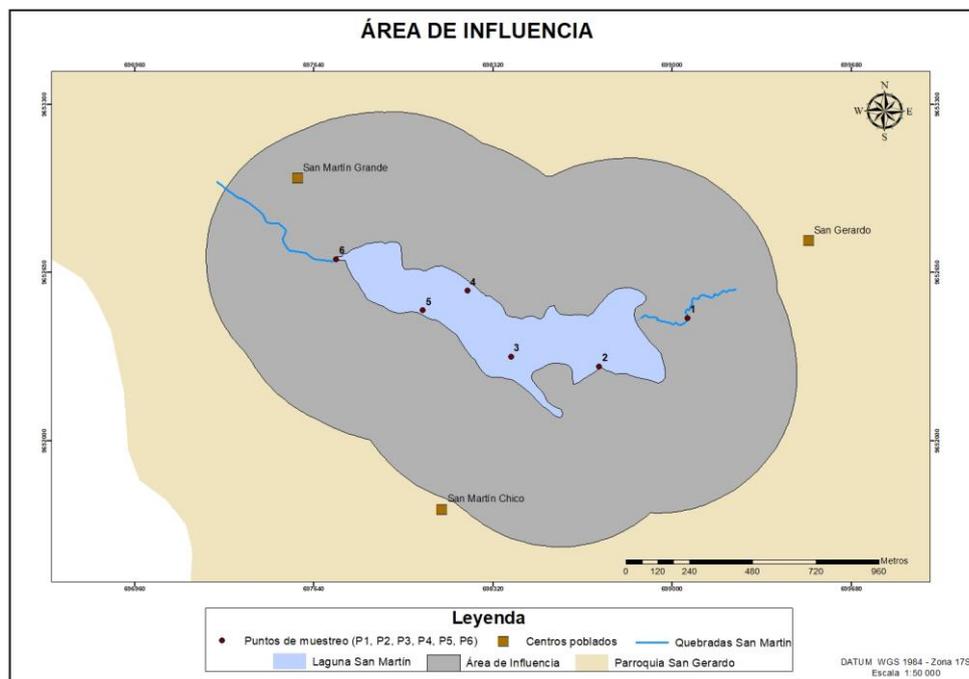


Ilustración 2. Mapa de limitación geográfica del área de influencia y puntos de muestreo.

Fuente: Imagen Satelital Copernicus, 2021.

3.1.5 Hidrología

La parroquia San Gerardo está ubicada en la microcuenca del río Jubones y en la subcuenca del río Rircay. Entre sus principales ríos están el Rircay, Shurucay, Falso, Santa Ana y la quebrada Alumbre - Cristal. Es importante acotar que la laguna que se encuentra alrededor de la cabecera parroquial presenta un importante grado de eutrofización. Este cuerpo hídrico cuenta con una extensión aproximada de 28.65 hectáreas. En la salida de la laguna se origina la quebrada San Martín, cuyo recorrido de flujo de agua se junta posteriormente a la quebrada Talanquera, misma que aguas abajo se une con el río Shurucay desembocando en el río Rircay (GAD de San Gerardo, 2019).

Según los datos otorgados por Guamán (2015), los caudales obtenidos de las quebradas que atraviesan la laguna son los siguientes: para la quebrada Este es de $0.47 \text{ m}^3/\text{s}$ y la quebrada San Martín de $0.21 \text{ m}^3/\text{s}$, con los datos se puede observar que el caudal que ingresa a la laguna es mayor al de salida. También es importante mencionar que puede existir entradas difusas de agua por lo que se encuentra en la zona media de precipitación, en un intervalo de aproximado de 750 a 1000 mm anuales (GAD de San Gerardo, 2019).

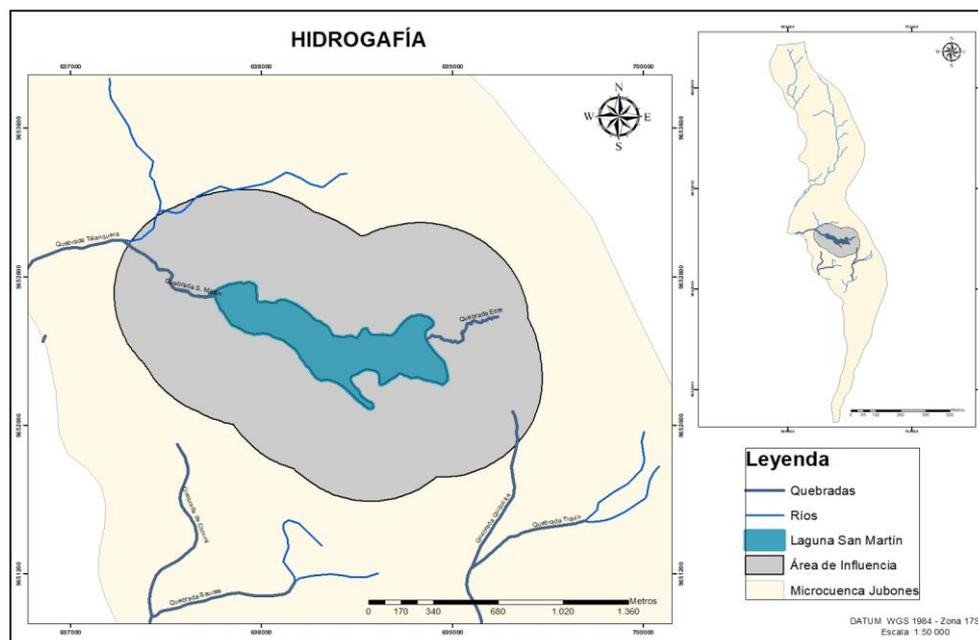


Ilustración 3. Mapa de hidrografía del área de influencia y de la microcuenca Jubones.

Fuente: Imagen Satelital Copernicus, 2021.

3.1.6 Climatología

La temperatura ambiente varía entre 16 y 18 °C, rango que puede ser distinguido en la zona baja de la parroquia San Gerardo, parroquia Girón y la zona media y baja de la parroquia la Asunción. El rango de temperatura de 8-10 °C se extiende sobre la zona media de la parroquia

San Gerardo y zona alta de la parroquia Girón. El rango de temperaturas 14-16 °C cubre la zona media y baja de la parroquia San Gerardo, la zona media-alta de la parroquia Girón y la zona alta y baja de la parroquia la Asunción (GAD de Girón, 2014).

En la parroquia se presentan dos tipos de clima: mesotérmico semi-húmedo que ocupa el 48% del territorio y el clima de alta montaña que ocupa el 52% (GAD de San Gerardo, 2019). En la *Tabla 7* se muestran detalladamente los tipos de clima predominantes en la zona de estudio.

- *Clima mesotérmico semi-húmedo*

Su precipitación anual está entre los 500 a 2000 mm, presenta estaciones lluviosas entre los meses de febrero a mayo y octubre a noviembre.

- *Clima de Alta Montaña*

Ubicado sobre los 3.000 m de altitud. La temperatura fluctúa alrededor de los 8°C.

Tabla 7. Tipos de clima en la parroquia San Gerardo.

Código	Descripción	Extensión (ha)	Porcentaje del territorio parroquial
Ch	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo	2528.59	48.73
Pf	Ecuatorial de alta montaña	2660.71	51.27

Fuente: (GAD de San Gerardo, 2019).

3.1.7 Pendiente

De acuerdo con el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Girón, existen seis rangos de porcentajes de pendientes, de 0-5% pendientes débiles, 5-12% pendiente suave a regular con micro relieve, 12-25% pendiente regular a moderada e irregular con micro relieve, 25-50% pendiente fuerte, 50-70% pendiente muy fuerte y > 70% pendientes abruptas. Sin embargo, para mayor comprensión de este mapa, se realizaron cuatro clasificaciones, en donde una pendiente ondulada corresponde de 0-12%, inclinado de 12-25%, escarpado de 25-50% y muy escarpado >50% (GAD de Girón, 2014).

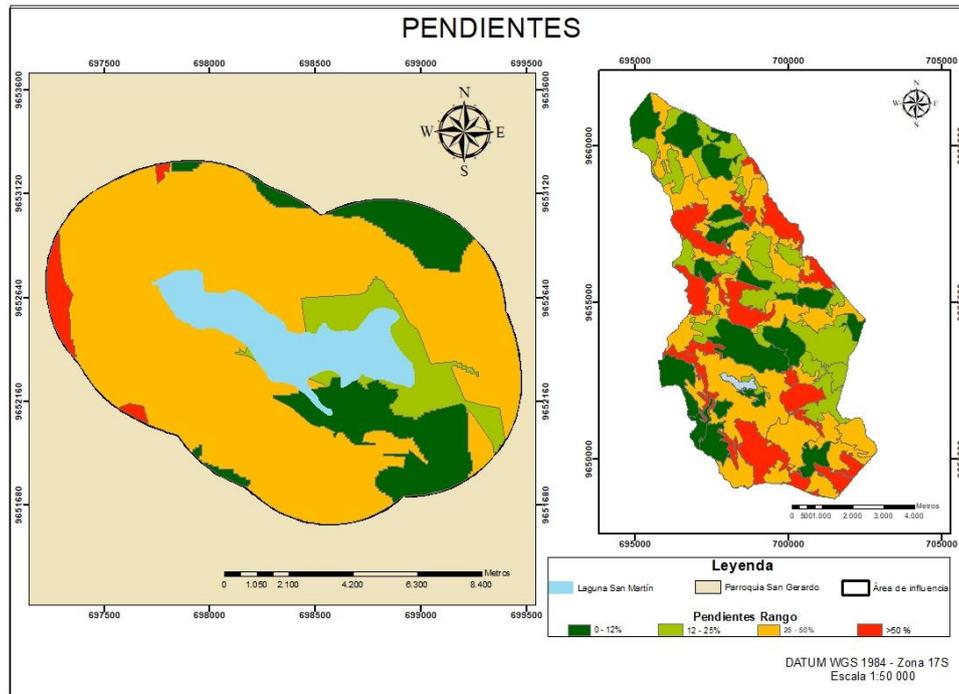


Ilustración 4. Mapa de pendientes del área de influencia y de la parroquia San Gerardo.

Fuente: Imagen Satelital Copernicus, 2021.

3.1.8 Geología

En las Tablas 8 y 9 se presentan las descripciones y afecciones geológicas que existen alrededor de la zona de estudio.

Tabla 8. Descripciones geológicas de la parroquia San Gerardo

Formación/ época/ simbología	Descripción	Extensión (ha)	Porcentaje del territorio parroquial
Da	Digenita	275.39	0.72%
Dc	Dolomita con rocas clásticas	232.37	0.61%
De	Dolomita con rocas edenitas	810.38	2.12%
P1	Cisuraliano	150.89	0.39%
P3	Lopinguiano	36728.34	96.07%
Lagos		34.43	0.09%

Fuente: (GAD de San Gerardo, 2019).

Tabla 9. Matriz de afecciones geológicas en la zona de estudio

Alerta	Ubicación	Afectaciones principales	Descripción
Reptación	En zonas de disminución de la capacidad productiva del suelo.	-Desplazamientos, desgaste del suelo y saturación de agua.	El almacenamiento de agua ocasiona deslizamientos de las capas superiores del suelo.
Deslizamientos	Lugares cercanos a fallas activas, muestran mayores deslizamientos	-Disminución de suelo y vegetación. -Detención de vías por caída de material en carreteras.	Deslizamientos del suelo cercano a fallas activas.
Fallas	En la parroquia San Gerardo se evidencian 9 fallas geológicas inferidas, mostrando que la que presenta mayor actividad se encuentra en la vía Girón – San Gerardo junto a la cabecera parroquial.	-Vía principal con daño de calzada. -Edificaciones presentan trizaduras en paredes.	Edificaciones contiguas a fallas geológicas muestran simultáneos desplazamientos, posibilidad de rompimiento y fractura de calzada.

Fuente: (GAD de San Gerardo, 2019).

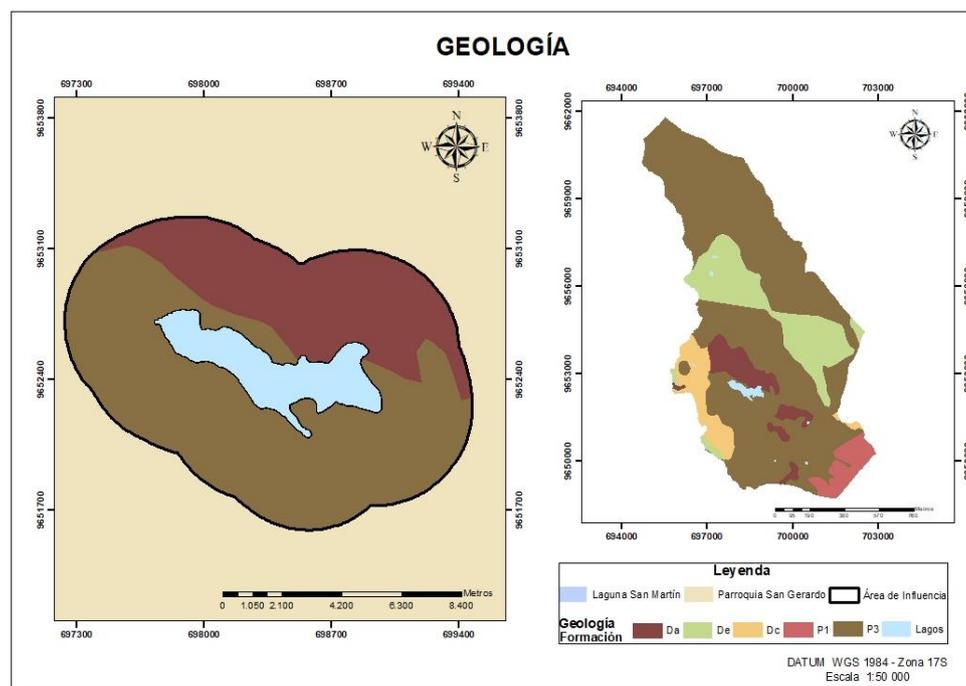


Ilustración 5. Mapa de geología del área de influencia y de la parroquia San Gerardo.

Fuente: Imagen Satelital Copernicus, 2021

3.2 Actividades relacionadas con la evaluación de la calidad del agua

El análisis de la calidad del agua de la laguna San Martín comenzó a través de un monitoreo hídrico en seis puntos de muestreo durante 5 meses, por medio de la toma de muestras in-situ y luego el análisis ex-situ de parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Estos a su vez fueron relacionados con los límites máximos permisibles provistos por el Anexo 1, Libro VI del TULSMA, de acuerdo con criterios de calidad de aguas para riego agrícola, parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, criterios de calidad de aguas para uso pecuario, criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario y secundario.

En la *Tabla 10* se presentan los 17 parámetros medidos para obtener el estado de la calidad del agua de la laguna.

Tabla 10. Parámetros de calidad del agua.

Clasificación	Parámetros analizados	Nomenclatura	Unidad
Físicos	Temperatura	T	°C
	Turbidez	Turb	NTU
	Conductividad eléctrica	CE	uS/cm
	Color real	Col	Pt-Co
	Sólidos totales	ST	mg/L
Químicos	Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L
	Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/L
	Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L
	Potencial Hidrógeno	pH	U pH
	Alcalinidad	Alc	mg/L
	Cloruros	Cl ⁻	mg/L
	Oxígeno Disuelto	OD	mg/L
	Fosfatos	PO ₄ ⁻³	mg/L
	Dureza total	Du	mg/L
Microbiológicos	Coliformes fecales	CF	NMP/100ml
	Coliformes totales	CT	NMP/100ml
	Clorofila A	Chl a	mg/m ³

Elaborado por: Autoras 2022.

El punto 1 corresponde a la vertiente Este, los puntos 2 y 3 se encuentran en la parte inferior de la laguna, los puntos 4 y 5 se ubican al interior de la laguna, mientras que el punto 6 se localiza en la salida. De acuerdo con los habitantes, la mayoría menciona que la existencia de biota acuática en el cuerpo hídrico era casi nula y que con el paso del tiempo el área alrededor del mismo ha sido modificado en pastos y cultivos. Actualmente, el uso de suelo alrededor de la laguna San Martín corresponde a cuatro usos: el primero a uso pecuario donde imperan los pastizales, seguido a ello se encuentra la vegetación arbustiva-herbácea, luego el pastizal de baja densidad, posterior área poblada y finalmente el cuerpo de agua natural.

3.2.1 Procedimiento de muestreo

Los análisis de todas las muestras fueron realizados en el laboratorio ALS ECUADOR “ALSECU S.A”, en donde se determinó: color real, potencial de hidrógeno, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, alcalinidad total, coliformes totales, coliformes fecales, cloruros, dureza total, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, sólidos totales y clorofila-a. Dichos análisis se llevaron a cabo siguiendo el procedimiento estipulado en los métodos estándares normalizados. La concentración de clorofila a, fue de acuerdo con el método disponible del laboratorio (método espectrofotométrico).

El análisis de los parámetros se realizó mediante la aplicación de los equipos disponibles en el laboratorio. Adicionalmente se aplicaron los procedimientos sugeridos en los métodos estándar y los métodos establecidos por el laboratorio ALS ECUADOR “ALSECU S.A” para cada parámetro descrito en la *Tabla 11*.

Tabla 11. Métodos de Análisis de Parámetros.

Parámetros	Unidades	Procedimiento según los Métodos Estándar	Método de referencia ALS
Temperatura	°C	MNE 2550-B	PA 75.00 Color
Turbidez	UNT	MNE 2130-B	PA 37.00 Turbidez
pH	-	MNE 2320-B	PA 05.00 Potencial Hidrógeno
Sólidos totales	mg/L	MNE 2540-B	PA 14.00 Sólidos Totales

Continuación de la tabla 11.

Oxígeno disuelto	mg/L	MNE 4500-G	POS 27.00 Oxígeno Disuelto
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	MNE 5220-C	PA 45.00 Demanda Bioquímica de Oxígeno
Demanda química de oxígeno	mg/L	MNE 5220-D	PA 01.00 Demanda Química de Oxígeno
Fosfato total	mg/L	MNE 2320-C	PA 49.00 Fosfatos y Fósforo Total
Nitratos	mg/L	MNE 4500-B	PA 48.00 Nitratos
Cloruro	meq/L	NTE INEN 241	PA 44.00 Cloruros
Dureza	100 mg/L de CaCO ₃	NTE INEN 974	PA 40.00 Dureza Total
Coliformes fecales	NMP/100 ml	NTE/INEN 1529	PA 66.00 Coliformes totales, fecales y E. coli NMP (fluorocult)
Coliformes totales	NMP/100 ml	NTE-ISO 1529-6,1529-8 y 1529-2	PA 66.00 Coliformes Totales, Fecales y E. coli NMP (fluorocult)
Clorofila A	-	-	PA 76.00 Clorofila

Fuente: (INEN, 2013 & ALSECU S.A, 2021).

3.2.1.1 Selección de puntos de muestreo

A continuación, en la *Tabla 12* se detallan los distintos puntos de muestreo en la Laguna San Martín. En el Anexo A se evidencia el procedimiento de muestreo.

Tabla 12. Puntos de muestreo.

Punto de muestreo: Etiqueta	Coordenadas WGS 84 UTM Zona 17 S		Criterios y justificación	Registro fotográfico
	Este (X)	Norte (Y)		
P1	699056.42	9652473.44	El primer punto se encuentra en la quebrada Este de la laguna San Martín. En este lugar se puede observar baja presencia de ganado, sin embargo, existen impurezas que se aprecian a simple vista. La zona es plana, con presencia de pasto. Se seleccionó este punto debido a que esta quebrada es representativa del lugar.	
P2	698721.85	9652287.48	El segundo punto se encuentra situado al este del cuerpo hídrico. Se seleccionó el mismo ya que alrededor existe la presencia de ganado con acceso a la laguna.	
P3	698387.96	9652325.17	Corresponde al punto en donde existe área arbustiva-herbácea y sin la presencia de ganado. Sin embargo, en este sector existe un alto grado de eutrofización, presencia de algas, totora y de sólidos suspendidos.	

Continuación de la tabla 12.

P4	698222.38	9652579.46	Este punto se encuentra al interior de la laguna, fue escogido ya que brindó información sobre el espejo de agua del cuerpo hídrico.	
P5	698052.57	9652503.68	Se ubica al interior de la laguna, cerca de la zona de salida. A su alrededor se encuentra la zona pecuaria, pastizal de baja densidad y zona poblada, por lo que contiene información sobre los contaminantes provenientes de fuentes puntuales.	
P6	697715.09	9652717.12	Se encuentra a la salida de la laguna, cerca de la Quebrada San Martín. Se escogió debido a que este sitio de muestreo puede ofrecer detalles importantes sobre la calidad de agua que sale de la laguna.	

Elaborado por: Autoras, 2022.

3.2.1.2 Toma de muestras

La campaña de muestreo se realizó una vez por mes durante 5 meses, en octubre y noviembre de 2021; así como febrero, marzo y mayo de 2022. Los dos primeros meses corresponden a la época seca y los restantes a la época húmeda. Es importante mencionar que, para el análisis de la influencia del uso y cobertura de suelo en la calidad del agua, se debe considerar la estacionalidad climática debido a que en el periodo de época lluviosa la precipitación puede influir en la disolución y concentración de los parámetros determinados

en los monitoreos. Adicionalmente como lo menciona Montoya et al. (2013), la precipitación facilita el lavado de los suelos y la resuspensión de los lechos de los ríos, además de modificar los vertidos de las aguas residuales, lo que incrementa la posibilidad de variaciones en la calidad del agua.

Para la toma de las muestras en los seis puntos de muestreo se emplearon dos recipientes plásticos de PVC de 1000 ml para el análisis físico-químico, un recipiente de vidrio color ámbar de 100 ml (utilizado para el análisis de la clorofila-a debido a que reduce las actividades fotosintéticas) y dos recipientes pequeños esterilizados para el análisis microbiológico. En cada uno de los envases se colocó el punto de muestreo, fecha, hora y coordenadas del sitio. El procedimiento que se efectuó para el muestreo fisicoquímico fue homogeneizar los recipientes sumergiéndolos tres veces hasta que queden totalmente llenos, en donde la tercera ocasión correspondió a la muestra que se transportó al laboratorio. Para el muestreo biológico, se sumergió el recipiente una sola vez hasta que quedó totalmente lleno. Posteriormente, los recipientes fueron cerrados herméticamente para impedir el ingreso de componentes que puedan alterar la naturaleza de la muestra, como el oxígeno del aire. Después las muestras fueron colocadas en un cooler portátil y fueron llevadas al laboratorio para su análisis, tomando en cuenta la normativa vigente.

3.2.2 Análisis de influencia de variables espacio-temporales sobre los parámetros de calidad del agua

Para entender la influencia de las variables analizadas sobre los resultados obtenidos de los parámetros de calidad del agua, se emplearon métodos estadísticos para el análisis de varianza, estos son de gran relevancia en el ámbito investigativo ya que permiten analizar el cambio de una variable continua respecto a las variables de clasificación (Dagnino, 2014).

En el estudio se dispuso de diferentes puntos y meses para monitorear la calidad del agua de la laguna San Martín, por lo que el análisis de varianza se realizó para 7 parámetros representativos de la zona de estudio (DBO_5 , DQO, PO_4^{-3} , NO_3 , OD, Cl⁻ y Turbidez); para determinar si existe influencia de la variable espacial (punto de muestreo) y temporal (mes de monitoreo) sobre dichos parámetros.

Para ello se realizaron 14 análisis de varianza, en donde los 7 primeros estimaron la variación de las medias de los 7 parámetros de calidad del agua en función de los puntos de muestreo y los restantes analizaron el cambio de las medias según los meses de monitoreo para identificar la variación de la calidad del agua en función del tiempo. Las variables dependientes fueron los distintos parámetros de calidad del agua y las variables

independientes correspondieron al punto de muestreo y mes de monitoreo. Se realizaron muestreos en 6 puntos de la laguna por cada mes durante 5 meses, la población “n” fue un total de 30 muestras.

Como se sabe la aplicación de ANOVA se realiza cuando se hayan cumplido cuatro presunciones (Dagnino, 2014). Por otra parte, la prueba de Kruskal Wallis es una alternativa no paramétrica con varianzas homogéneas. A su vez dado el caso de datos normales y heterocedásticos se puede realizar la prueba de Welch de ANOVA. La comprobación de los supuestos se realizó mediante pruebas estadísticas no formales y formales utilizando los valores residuales de la variable dependiente (parámetros de calidad del agua).

3.2.3 Prueba de Normalidad

Para comprobar el cumplimiento de este supuesto se empleó la prueba de Shapiro-Wilks, la cual permite verificar la normalidad, para realizar el test se debe considerar el tamaño muestral (menor a 50 datos), caso contrario se puede aplicar el test de Kolmogorov-Smirnov que es utilizado en muestras grandes. En estos análisis se debe calcular la media y la varianza muestral (Flores & Flores, 2021). La prueba de normalidad se puede realizar en múltiples programas estadísticos debido a que se generan resultados inmediatos, por lo que estos métodos son con frecuencia empleados en estudios similares.

Para su análisis se debe contrastar dos hipótesis: la primera es la hipótesis Nula (H_0) misma que indica la distribución normal y es aceptada cuando el p-valor de esta prueba estadística es mayor a 0.050 (explica un valor de confianza del 95% en los resultados). La segunda comprende a la hipótesis alternativa (H_1 o H_a), en donde establece que los datos no tienen una distribución normal, la cual es aceptada cuando el p-valor es menor que 0.050 (Sierra, 2020). A su vez se generaron 14 gráficas “Q-Q plot” donde se observan los valores de los cuantiles (valores que separan el conjunto de datos en partes similares) empleadas para comprobar visualmente la normalidad, la distribución de las frecuencias que proyectan los valores brinda un juicio visual sobre si la distribución tiene forma de campana e indica los valores atípicos (Ghasemi & Zahediasl, 2012).

3.2.4 Prueba de independencia

Para la aplicación de ANOVA es necesario que las observaciones de cada grupo sean independientes entre sí y que estas se hayan obtenido dentro de los grupos mediante una muestra aleatoria. Para esto se realizaron diagramas de dispersión entre los residuos y los predichos de los datos, según lo dicho por Molanes (2022). En la presente investigación se

realizaron 14 gráficas de independencia para las variables independientes de punto de muestreo y mes de monitoreo; el eje x correspondió a los predichos y el eje y a los residuos.

3.2.5 Prueba de Homocedasticidad

El principio de homocedasticidad indica que para la variable dependiente sus varianzas deben ser homogéneas. Para su determinación se realizó el test de Levene, mismo que se emplea para verificar si “k” datos poseen varianzas iguales entre grupos o muestras; en este caso se analizó para un grupo que es punto de muestreo y el otro mes de monitoreo. Este test al igual que el anterior consta de dos hipótesis, Ho: que establece que un conjunto de datos contiene varianzas homogéneas y la H1: que lo rechaza (Almeida et al., 2008). Se realizó el test de Levene para cada variable dependiente seleccionada por cada grupo determinado.

3.2.6 Análisis de Varianza

Al aplicar las distintas pruebas se pudo comprobar si los datos cumplían con la parametricidad. Luego de elegir el método se formuló la hipótesis nula y alternativa para observar si existió influencia sobre los valores de los parámetros de calidad del agua.

- Hipótesis nula (Ho): se refiere a que los valores de las medias de la variable no poseen diferencias significativas.
- Hipótesis alternativa (H1): expone que, entre las medias de los grupos de la variable, existe una diferencia estadística significativa (Dagnino, 2014).

Según el mismo autor, si el resultado de ANOVA muestra que es poco probable que la hipótesis nula sea verdadera, o sea, el valor de F calculado es suficientemente grande y se asocia a un valor de $p < 0.05$, entonces se acepta la hipótesis alternativa, misma que indica que existen diferencias entre los grupos (Dagnino, 2014).

Existe una alternativa no paramétrica para ANOVA de una vía, que es el test de Kruskal-Wallis.

Para obtener estos datos, se usó el programa estadístico Infostat versión 2020e, por medio de este se realizó el método ANOVA y también el test de Kruskal - Wallis. Para realizar la prueba de Welch de Anova se utilizó el programa estadísticos SPSS Versión 21. En estos cálculos, las variables dependientes fueron los parámetros de calidad de agua, mientras que las variables independientes correspondieron a los puntos de muestreo y a los meses de monitoreo, tanto para el primer y segundo análisis de varianzas respectivamente.

3.2.7 Prueba “Post – hoc”

Después de realizar los supuestos y comprobar que los conjuntos de datos cumplan con las condiciones requeridas se aplicó ANOVA. Posterior a los análisis se empleó la prueba post-hoc para comparar las medias en los grupos y verificar la existencia de diferencias significativas entre ellas. La prueba utilizada fue la de Bonferroni que permite comparar las medias de los “t” niveles de un factor luego de que se rechazó la hipótesis nula (H_0) de igualdad de medias, clasificando así por grupos (letras A y B). Las medias que correspondan al mismo grupo no poseen diferencias significativas, por lo que para estos datos no se aplicó una prueba a posteriori (Armstrong & Hilton, 2006).

3.2.8 Análisis de correlación aplicado a los parámetros de calidad de agua

En esta investigación se detalló la relación entre los parámetros de calidad de agua por medio del cálculo de coeficientes de correlación. Según Hernández et al. (2018), cuando se analiza al menos dos variables simultáneamente, se quiere comprender el grado de coherencia que estas poseen y a su vez se quiere determinar si los valores de una característica cambian conforme a los de la otra o por el contrario, no hay ninguna pauta que las asocie. Para ello se escogieron a los 17 parámetros: temperatura, turbidez, potencial de Hidrógeno, sólidos totales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, alcalinidad, cloruros, color real, conductividad eléctrica, dureza total, clorofila-a, coliformes fecales, coliformes totales y fosfatos.

Se empleó la prueba de Shapiro-Wilks para observar qué método de correlación se debe utilizar a través del software SPSS versión 21. En la *Tabla 30* se observan los resultados, mismos que señalaron que la gran parte de las variables siguen una distribución no normal y por ello se utilizó el método de correlación de Spearman, que es adecuado para datos no paramétricos, con el fin de encontrar el grado de asociación entre las variables de calidad de agua con un nivel de confianza del 95%.

3.3 Uso, cobertura de suelo y las diferentes ocupaciones

3.3.1 Categorización de uso y cobertura de suelo

Para poder estudiar los distintos impactos en la calidad del agua de la Laguna San Martín es necesario conocer el uso y cobertura de suelo, factor que normalmente ha generado un grado de preocupación en cuanto a la gestión de la calidad del agua, tal como menciona Huang et al. (2020). Para caracterizar el uso de suelo en la zona de influencia, se utilizó información cartográfica concerniente al mapa de usos y coberturas de suelo brindados por el GAD cantonal de Girón, y a su vez se utilizó la base de datos Copernicus para la obtención de

imágenes satelitales del año 2021. En base a las 9 categorías de uso y cobertura de suelo del cantón San Gerardo, se observaron 4 de estas en el área de influencia.

3.4 Relación entre la calidad del agua y el uso de suelo

Con el fin de analizar la relación entre el uso de suelo y los parámetros de calidad de agua, se utilizaron herramientas estadísticas que permitieron encontrar el nivel de correspondencia entre estas variables. Para la variable uso de suelo, se clasificó en 4 grupos la zona de estudio circundante a la laguna. Posteriormente se realizó un análisis en donde se observó que la mayoría de las variables y usos de suelo tenían una distribución normal (*Tabla 36*). En base a ello se realizó un coeficiente de correlación de Pearson.

Para la aplicación de los métodos estadísticos, se utilizaron los 17 parámetros de calidad de agua (temperatura, turbidez, pH, sólidos totales, oxígeno disuelto, DBO₅, DQO, nitratos, alcalinidad, color real, conductividad eléctrica, dureza total, clorofila-a, cloruros, fosfatos, coliformes fecales, coliformes totales). A más de ello, se sumaron los 4 usos de suelo de la zona de estudio (*Tabla 33*). Para este análisis se realizó una subdivisión del área de estudio en 6 zonas mediante la aplicación de las herramientas de geoprocésamiento del software Arcmap 10.5, los resultados se observan en la Ilustración 11, a su vez las áreas y porcentajes se observan en las *Tablas 34 y 35*.

3.4.1 Análisis de correlación aplicado la relación agua – uso de suelo

Para el presente estudio, el coeficiente de correlación de Pearson fue usado para encontrar la relación entre los parámetros de calidad de agua con las clasificaciones de usos de suelo encontradas en el área de influencia, utilizando un nivel de confianza de 95%, debido a que, la mayor parte de las variables analizadas mostraron un comportamiento de normalidad. Los resultados obtenidos entre parámetros de calidad de agua y usos de suelo por el método de Pearson se encuentran en la *Tabla 37*. Varias investigaciones han evidenciado que aquellas áreas con vegetación contribuyen positivamente a la calidad del agua, por otro lado, el uso de suelo agrícola y edificado dan una contribución negativa a la misma. A su vez se menciona que el uso de suelo en sí mismo no afecta la calidad del agua, pero las actividades humanas desarrolladas sobre los cambios en el uso del suelo pueden influir en los tipos y en el grado de contaminación (Bu et al., 2014). Por lo que, se espera que el área arbustiva - herbácea y pastizal de baja densidad muestren correlaciones negativas con los contaminantes del agua y al contrario, la zona poblada y pecuaria presenten correlaciones positivas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de la determinación de calidad de agua

4.1.1 Resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y su comparación con la normativa ecuatoriana

Los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos medidos en el laboratorio están expuestos en el Anexo B, en las *Tablas 13 a la 17*. Se realizó la comparación con los límites máximos permisibles del Anexo 1, Libro VI del TULSMA que corresponde a criterios de calidad de aguas para riego agrícola, parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, criterios de calidad de aguas para uso pecuario y criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario y secundario. Estos criterios permitieron conocer si los parámetros analizados están acorde a la normativa ecuatoriana actual. Al obtener los resultados de los 17 parámetros, se utilizó el software Excel para poder evaluar los valores promedio, y a su vez compararlos respecto a la normativa ambiental, para las cinco campañas de monitoreo, tanto en las épocas de verano e invierno. En el Anexo C se evidencian los resultados obtenidos por el laboratorio para determinar las concentraciones de los parámetros.

En la normativa ecuatoriana, sobre criterios de calidad de aguas para riego agrícola, se seleccionó distintos parámetros para ser examinados, los cuales son pH, OD, y CF. El valor del pH y CF se encuentran entre los rangos permitidos en esta normativa, para todos los meses. En cambio, el valor de OD cumple para todos los meses, a excepción de febrero (época de invierno), cuyo valor es inferior al valor mínimo de OD requerido en la norma. De acuerdo con Prasad et al. (2014), la reducción de oxígeno por debajo de los límites permisibles puede producir distintos efectos en el cuerpo de agua, como por ejemplo un ambiente de hipoxia/anoxia, provocando la disminución de vida acuática y perjudicando la salud ecológica, económica y la estabilidad de los ecosistemas acuáticos.

Para establecer la calidad de agua para riego en la normativa nacional se analizaron los siguientes parámetros pH, Cl⁻, CE, considerando que el criterio para el grado de limitación del pH es ligero moderado (6.5 - 8.4). Asimismo, para Cl⁻ y CE, en todos los meses se cumple con lo establecido en la normativa y los valores entran en la categoría de “ninguno”. En cuanto a la normativa de criterios de calidad de aguas para uso pecuario se establecen los parámetros ST, NO₃⁻, CF, se evidencia en los resultados que sus concentraciones se encuentran en los límites que establece la normativa.

Por otra parte, los parámetros analizados dentro de los criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario y secundario son pH, OD, CF y CT. En la normativa para contacto secundario no incluye a los CF. En cuanto al pH, CF y CT cumplen con lo establecido en la normativa para todos los meses, sin embargo, el OD solo se cumple en el mes de marzo con un porcentaje de saturación del 83.15%; ya que para el mes de octubre fue de 39.28%, noviembre 79.72%, febrero 37.57% y mayo 78.37%.

A continuación, se analizó aquellos parámetros individuales que no han sido considerados en las normativas mencionadas anteriormente. Para la temperatura, el valor promedio de verano fue de 19.53°C, mientras que el valor promedio en invierno fue de 18.92°C. Se registraron las temperaturas más altas en los meses de octubre y noviembre, mientras que en los meses de febrero, marzo y mayo presentaron las más bajas. Los resultados obtenidos para este parámetro demuestran que existe un patrón térmico estable, con casi nula variabilidad entre datos muestreados.

Por otro lado, la turbidez fue alta en verano en comparación con el invierno, cuyos valores fueron de 33.09 NTU y 18.57 NTU respectivamente. Esto confirma que, en los meses de octubre y noviembre, existe mayor cantidad de turbidez, lo cual dificulta la actividad de los organismos del agua. En cuanto a la turbidez, según López (2019), los valores referenciales para este parámetro son de: turbidez baja < 10, turbidez normal (10-30) y una turbidez alta > 30. De acuerdo con los datos, la turbidez en la época de verano e invierno corresponden a 33.09 NTU y 18.57 NTU respectivamente, correspondiendo ambos valores a una turbidez normal.

En cuanto al pH, durante la época de verano los parámetros variaron entre 6.17 y 7.07 respectivamente, mientras que en la época de invierno la variación fue entre 6.36 y 7.18. Esto indica que, durante la campaña de muestreo, el cuerpo hídrico tuvo mayormente un comportamiento ligeramente ácido. De acuerdo con Escobar et al. (2021) se ha encontrado que en diversas partes del mundo las aguas de este tipo de ecosistemas lacustres presentan valores de pH entre 6 y 9, los cuales son semejantes a los encontrados en el presente estudio. A su vez para los sólidos totales los resultados reflejaron una concentración promedio en la época de verano de 143.83 mg/L, mientras que durante la época de invierno fue de 124.78.

Por su parte, el oxígeno disuelto se encontró en un rango de 2 mg/L y 6.38 mg/L durante la época de verano, mientras que tuvo un ligero aumento en invierno entre un rango de valores de 0.13 mg/L y 8.15 mg/L, ya que en esta época la temperatura fue menor. Corroborando con lo mencionado por la USGS (2018), el agua que presenta temperaturas menores alberga más oxígeno disuelto que el agua a temperaturas mayores.

En cuanto a la DBO₅, los valores variaron entre 9.27 y 61.48 mg/L en el verano y 0.61 y 42.88 mg/L para el invierno. Por otro lado, la demanda química de oxígeno se presenta en un rango de 23.9 y 127.6 mg/L en la época de verano, mientras que en la época de invierno existieron valores de 1.32 y 93.4 mg/L. Se determinó la relación DQO/DBO₅, cuyo resultado fue de 2.38 mg/L. De acuerdo con Bohórquez et al. (2021) una relación DQO/DBO₅ menor a 3 indica que la materia orgánica presente en el cuerpo de agua es degradable. Según un estudio realizado por Lee et al. (2015), en distintos lagos, la relación entre DQO y DBO₅ fue de 2.7 lo que evidencia que la fracción no biodegradable en los contaminantes orgánicos totales está incrementando en los lagos. El aumento en la DQO resulta de sustancias húmicas en el suelo cerca de sistemas acuáticos y de ácidos hidrofílicos producidos por la actividad del fitoplancton en los lagos.

La alcalinidad presentó un valor promedio de 43.44 mg/L en el periodo de verano, mientras que para el invierno fue de 52.49 mg/L. Como lo menciona Apau et al. (2012), la alcalinidad es importante para los peces y los organismos acuáticos porque protege o compensa los cambios de pH y los hace menos sensibles a la lluvia ácida. De acuerdo con Terneus (2014), la alcalinidad depende mayormente del tipo de terreno, en Ecuador las lagunas de San Pablo y Yahuarcocha poseen un nivel de alcalinidad por encima de 200 mg/L. Al contrario, lagos de zonas intermedias y de páramos poseen alcalinidades de 10 y 80 mg/L, mientras que ciénagas y lagunas costeras tienen valores mayores a 100 mg/L. Estos datos corroboran que la laguna se encuentra en una zona intermedia, lo que a su vez se relaciona con los datos ligeramente ácidos del análisis de pH (6.17-7.18).

Para el color real, el valor mínimo en verano fue de 25 Pt-Co y el máximo fue de 120 Pt-Co, mientras que para el invierno los valores se encontraron en un rango de 18.25 y 60 Pt-Co. En los muestreos realizados, el punto 2 poseía una coloración rojiza y de acuerdo con Alonso (1998), las algas de las especies *Dunaliella* y *Euglena* sanguínea pueden conferir estos colores rojo, rojizo o rosado. A su vez, el punto 3 poseía un color gris, atribuible a la presencia de arcillas. En cuanto al punto 4, se puede observar un color verdoso, donde el autor menciona que el verde y el amarillo evidentemente corresponden al fitoplancton.

La dureza total tuvo un valor promedio en verano de 47.33 mg/L, mientras que para la época de invierno el valor fue de 67.90 mg/L. Como lo menciona Ali et al. (2015), al agua se la puede clasificar como blanda, moderadamente dura, dura y muy dura según su concentración en mg/L de CaCO₃, mediante la aplicación de un intervalo de clasificación elaborado por la OMS,

estableciendo que el agua de la laguna se encuentra en el rango de 0-75 mg/L, catalogando como blanda.

Para la clorofila-a, durante la época de verano el valor promedio fue de 27.93 mg/m³ y para la época de invierno el valor promedio resultó en 6.87 mg/m³. En cuanto a los fosfatos durante la época de verano, el valor mínimo fue de 1.23 mg/L y el valor máximo fue de 3.44 mg/L, mientras que para la época de invierno se estableció en un rango de 0 a 1.23 mg/L.

En cuanto a la clorofila a, según un estudio realizado por Vera et al. (2015) menciona el estado trófico propuesto por la OCDE basados en la concentración de este parámetro medido en µg L-1. Considerando los resultados obtenidos, la Laguna San Martín posee un promedio de 6.87 mg/m³ de clorofila a en invierno, teniendo así un estado oligotrófico, mientras que en verano fue de 27.93 mg/m³, correspondiente a un estado eutrófico; diferenciándose por la cantidad de nutrientes que posee el cuerpo hídrico. Para los fosfatos en invierno se presentó una concentración media de 0.76 mg/L, mientras que, para verano su concentración fue de 1.41 mg/L. El fósforo es uno de los principales nutrientes para el desarrollo del fitoplancton, como lo explica Pilco (2017), mientras aumenta este nutriente también existe un incremento de la clorofila a.

4.1.2 Resultados del estudio de variables espacio - temporales aplicado a los 7 parámetros representativos de calidad de agua

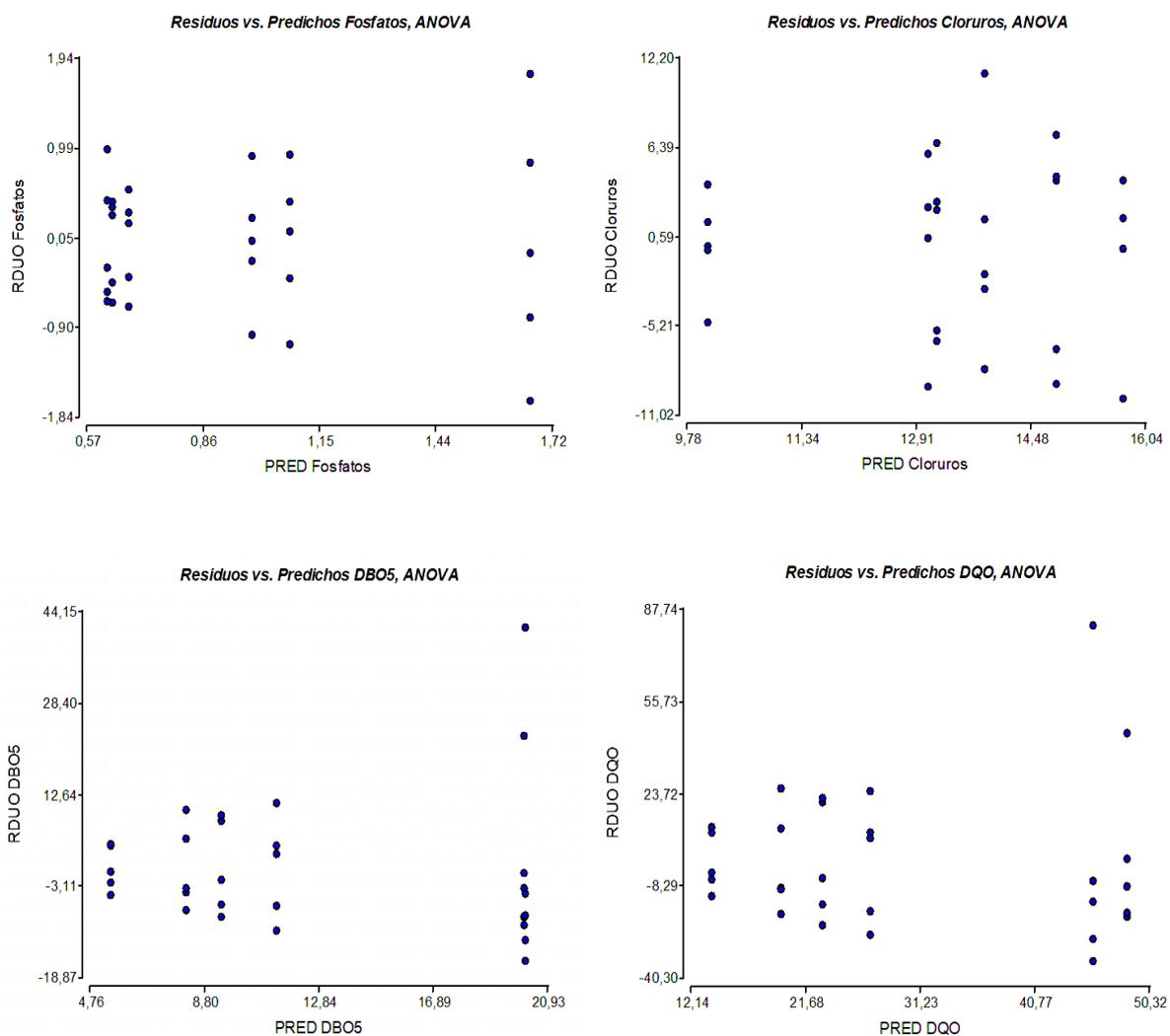
Aplicación de análisis de varianzas

En este apartado se presentan los resultados de la aplicación de 14 análisis de varianza que han sido clasificados en dos grupos, la variable temporal que corresponde a mes de monitoreo y la variable espacial que corresponde a punto de muestreo. Los parámetros representativos se eligieron en base a las correlaciones fuertes existentes obtenidas mediante una correlación de Spearman entre parámetros de calidad de agua; a su vez se seleccionaron las variables de oxígeno disuelto, nitratos y turbidez, ya que son importantes para el presente estudio. En el Anexo D se evidencian los resultados obtenidos del programa usado.

4.1.2.1 Resultados de análisis de varianza para el estudio de la influencia de la variable espacial “punto de muestreo” sobre los 7 parámetros representativos de calidad de agua

a. Resultados de la prueba de independencia

Los diagramas de dispersión para cada parámetro se han elaborado en base a los datos residuales y predichos de los 30 resultados obtenidos de las campañas de monitoreo, mismos que se observan en la Ilustración 6, evaluando así la independencia de los datos para posteriormente aplicar el análisis de varianza.



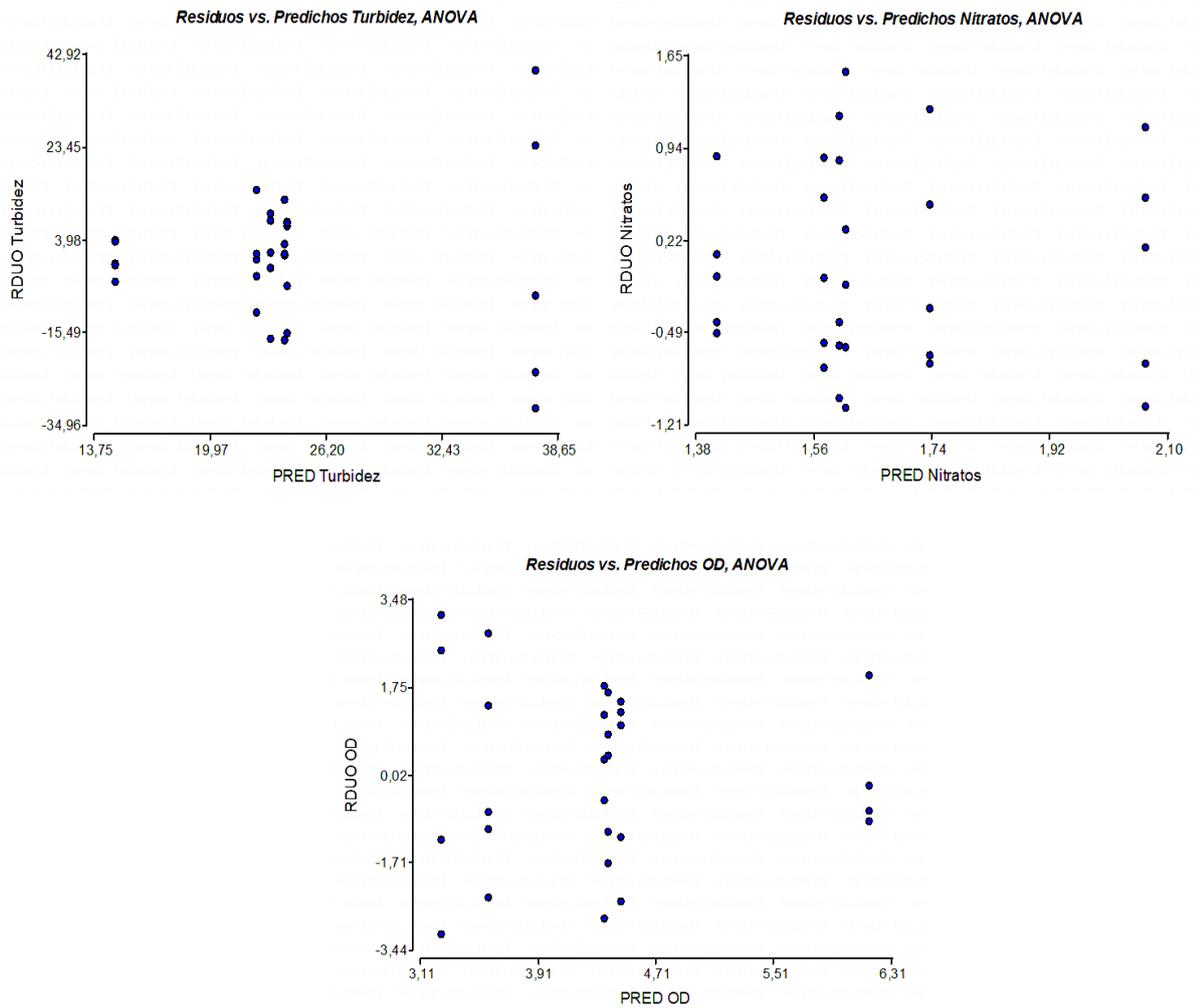


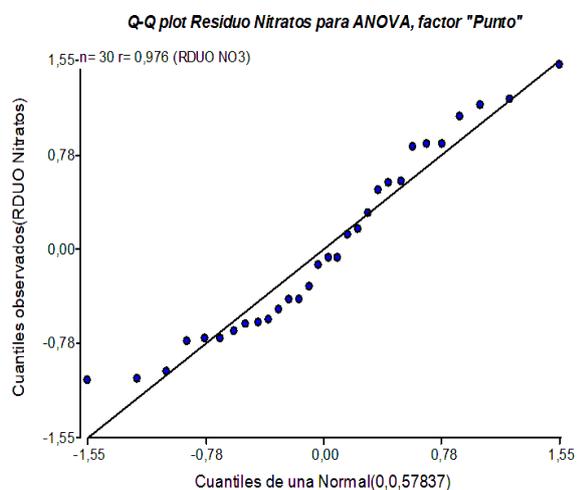
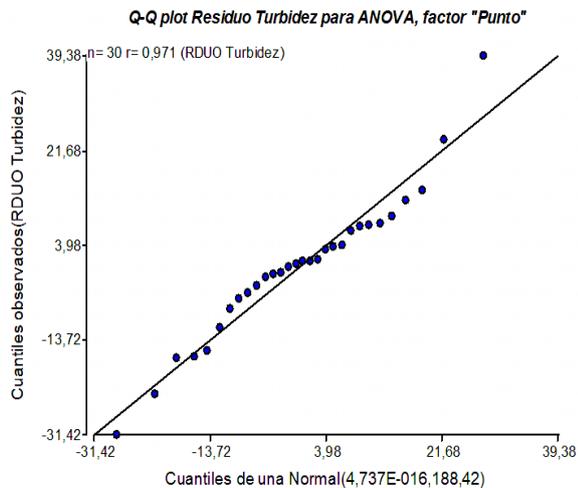
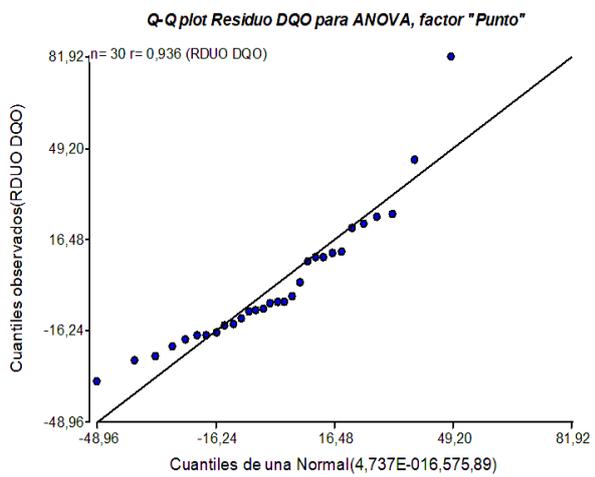
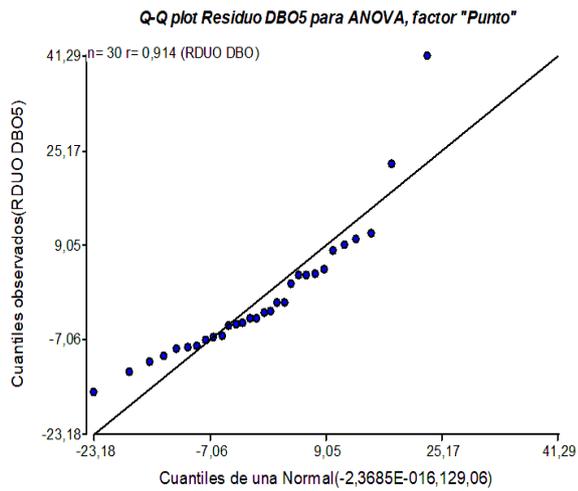
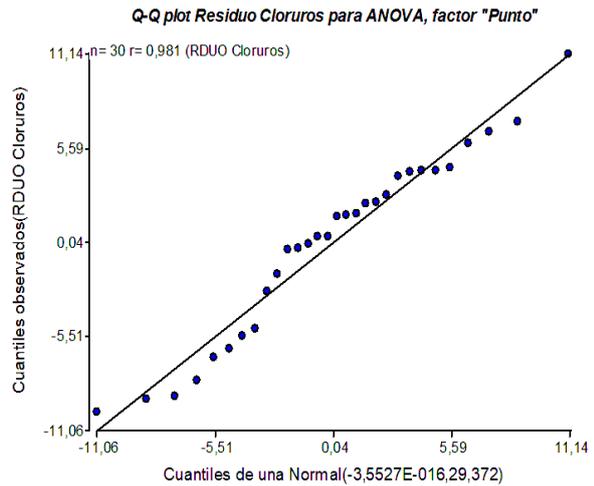
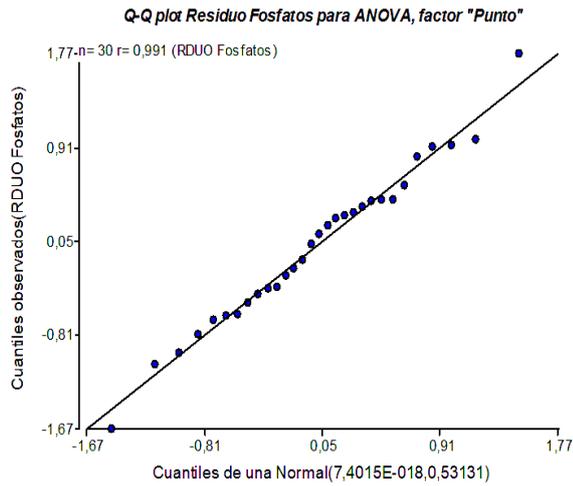
Ilustración 6. Diagrama de dispersión de predichos vs. residuos para resultados de los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO₅-DQO-Turbidez-Nitratos-OD, ANOVA.

Elaborado por: Autoras, 2022.

Mediante la observación de los diagramas se evidenció que los resultados de los residuos no presentaron dependencia, por lo que se establece que el supuesto de independencia para los parámetros analizados en relación con la variable espacial se cumplió.

b. Resultados de la prueba de normalidad

En la Ilustración 7 se muestran las gráficas Q-Q Plot de distribución normal de los resultados obtenidos a partir de residuos correspondientes para cada parámetro.



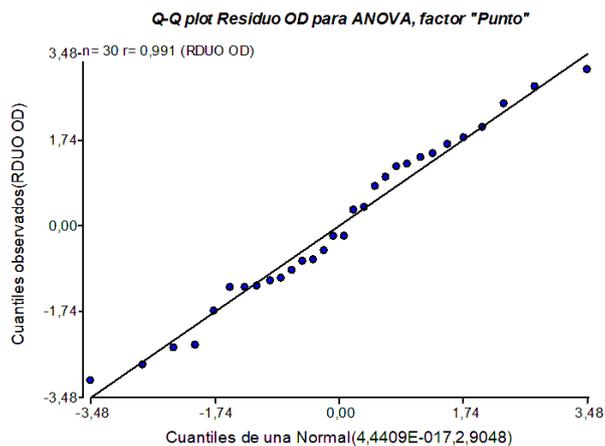


Ilustración 7. Gráfico Q-Q Plot de distribución normal para los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO₅-DQO-Turbidez-Nitratos-OD, ANOVA.

Elaborado por: Autoras, 2022.

Para graficar el eje “x”, se tomaron los cuantiles de referencia de una normal y los datos obtenidos de los residuos de los parámetros ocuparon el eje “y”, luego se compararon con la recta normal de 45° que establece una relación de X=Y. Como se puede apreciar en los gráficos no se mostró un número representativo de valores alejados de la recta tomada como referencia. Este análisis permite explicar que los cuantiles obtenidos a partir de los residuos de los datos monitoreados en correspondencia con los teóricos no evidenciaron desviaciones significativas.

Para corroborar el resultado de normalidad de las gráficas se realizó la prueba de Shapiro - Wilks modificada por medio del software estadístico Infostat. En la *Tabla 18* se muestran los resultados de la prueba de normalidad para los residuos de los parámetros analizados.

Tabla 18. Prueba de Shapiro - Wilks para los parámetros de calidad del agua.

Variable/Test	Shapiro - Wilks (modificado) “p”
Fosfatos	0.9920
Cloruros	0.2420
DBO ₅	0.0020
DQO	0.0179
Turbidez	0.8433
Nitratos	0.0428
OD	0.3821

Elaborado por: Autoras, 2022.

El valor observado en la columna de Shapiro - Wilks (modificado) permitió aprobar o rechazar la hipótesis de normalidad, para el cumplimiento de dicho supuesto el nivel de significancia tiene que ser superior a 0.05. Como se observa el valor obtenido en la columna “p” establece que para los residuos de los parámetros de fosfatos, cloruros, turbidez y oxígeno disuelto cumplen al tener un valor de significancia mayor a 0.05, por lo que, se aprueba la hipótesis de normalidad.

Por el contrario, para DBO₅, DQO y nitratos el valor obtenido rechaza dicha condición de normalidad. Mediante el análisis se pudo explicar que los parámetros que aprueban la hipótesis poseen una distribución normal, pudiéndose realizar la prueba de ANOVA. Sin embargo, los parámetros que no cumplen con la hipótesis deben ser considerados para un posterior análisis por un método no paramétrico, lo cual dependerá del resultado que se obtenga de la prueba de homocedasticidad.

c. Resultados de la prueba de homocedasticidad

En la *Tabla 19* se presentan los resultados de la aplicación de la prueba de Levene para los parámetros de interés, esto se obtiene mediante un análisis de varianza de los residuos absolutos de la variable. La columna analizada fue “p-valor” para la variable punto.

Tabla 19. Prueba de Levene para los parámetros de calidad de agua, ANOVA.

Variable/Test	Variable independiente	p - valor (significancia)
Fosfatos	Punto	0.1700
Cloruros	Punto	0.4484
DBO ₅	Punto	0.1188
DQO	Punto	0.2486
Turbidez	Punto	0.0006
Nitratos	Punto	0.5922
OD	Punto	0.1325

Elaborado por: Autoras, 2022.

De acuerdo con los resultados, la significancia “p-valor” para los distintos parámetros muestra que la mayoría de los datos son mayores al valor establecido de 0.05 para la variable “punto”, por ello todos los parámetros a excepción de turbidez cumplen con el supuesto, indicando así que son datos homocedásticos y gran parte del grupo de análisis posee una varianza

homogénea. Estos análisis permitieron establecer que para los parámetros fosfatos, cloruros y oxígeno disuelto se cumplen todos los supuestos, permitiendo la aplicabilidad del ANOVA. Los parámetros de DQO, DBO₅ y NO₃⁻ cumplieron con el supuesto de independencia y homocedasticidad optando por el método no paramétrico “Kruskal - Wallis”. La turbidez cumplió con el supuesto de independencia y de normalidad, por lo que para su conjunto de datos se aplicó el método Welch de Anova que trabaja con valores heterocedásticos.

d. Resultados del análisis de varianza para la variable espacial “punto de muestreo”

En la *Tabla 20* se presentan los resultados obtenidos luego de la aplicación del análisis de varianza para los parámetros con respecto al punto de muestreo. A su vez en la *Tabla 21* se muestran los resultados de la aplicación de la prueba post - hoc, los datos fueron clasificados en grupos de acuerdo con el valor de las medias obtenidas.

Tabla 20. Análisis ANOVA para “punto de muestreo” para los parámetros PO₄³⁻, Cl⁻ y OD.

Análisis de varianza ANOVA para los parámetros	
Variable	P-valor (significancia)
Punto PO ₄ ³⁻	0.3052
Punto Cl ⁻	0.7449
Punto OD	0.2424

Elaborado por: Autoras, 2022.

Como se observa el valor de significancia “p-valor” para los parámetros cumple con lo establecido $p > 0.05$, evidenciando que no hay una variación significativa entre las medias para ningún conjunto de datos, demostrando así que el punto de muestreo no influyó en los valores de los parámetros analizados.

Tabla 21. Prueba post – hoc para “punto de muestreo” para PO_4^{3-} , Cl⁻ y OD

Test de Bonferroni para los parámetros								
Fosfatos			Cloruros			Oxígeno disuelto		
Variable	Medias	Grupo	Variable	Medias	Grupo	Variable	Medias	Grupo
Punto 1	1.08	A	Punto 1	13.20	A	Punto 1	6.16	A
Punto 2	0.63	A	Punto 2	10.06	A	Punto 2	3.25	A
Punto 3	1.67	A	Punto 3	13.08	A	Punto 3	4.48	A
Punto 4	0.68	A	Punto 4	15.76	A	Punto 4	4.36	A
Punto 5	0.98	A	Punto 5	14.84	A	Punto 5	4.39	A
Punto 6	0.62	A	Punto 6	13.86	A	Punto 6	3.57	A

Elaborado por: Autoras, 2022.

De acuerdo con la prueba post-hoc, todas las medias pertenecen al mismo grupo y por tanto no existieron diferencias considerables entre ellas; sin embargo, se puede observar que existieron pequeñas variaciones en la calidad del agua entre los puntos de muestreo. En cuanto a fosfatos, el punto 3 es el que posee una alta cantidad del mismo, por otro lado, el punto 4 posee gran cantidad de cloruros, mientras que el punto 2 posee una baja cantidad de oxígeno disuelto. No obstante, estas variaciones no demuestran ser estadísticamente significativas.

Se podría inferir que no se han encontrado diferencias considerables entre las medias de los parámetros de fosfatos y cloruros en los 6 puntos de muestreo, sin embargo, el oxígeno disuelto en el punto 1 se encuentra mejor en comparación con el punto 2, mismo que expone un alto grado de contaminación. A su vez, con estos resultados se puede decir que, si bien la calidad del agua no se encuentra influenciada por el lugar en el que ha sido monitoreada, la presencia de los contaminantes anteriormente mencionados puede ser a causa de la actividad ganadera que se realiza alrededor.

En la *Tabla 22* se observan los resultados de la aplicación del método Kruskal Wallis para los parámetros DQO, DBO₅ y Nitratos, como se observa a continuación.

Tabla 22. Análisis Kruskal Wallis para “punto de muestreo” para los parámetros.

Análisis de varianza Kruskal - Wallis para los parámetros								
DQO			DBO ₅			NO ₃ ⁻		
Variable	Mediana	P-valor	Variable	Mediana	P-valor	Variable	Mediana	P-valor
Punto 1	10	0.2089	Punto 1	4.75	0.2476	Punto 1	2.23	0.8910
Punto 2	40		Punto 2	16.53		Punto 2	1.43	
Punto 3	31.70		Punto 3	12.01		Punto 3	1.19	
Punto 4	10.50		Punto 4	4.75		Punto 4	1.51	
Punto 5	35.40		Punto 5	13.86		Punto 5	1.48	
Punto 6	17.40		Punto 6	7.24		Punto 6	1.35	

Elaborado por: Autoras, 2022.

El p- valor para el análisis del método no paramétrico muestra que todos los valores son mayores a 0.05 y por ello no existieron diferencias significativas de los datos, determinando que el punto de muestreo no influyó en los parámetros de calidad de agua. Debido a que el análisis no generó diferencias estadísticamente importantes, el método no realizó agrupaciones.

En la *Tabla 23* se presentan los resultados para el parámetro de turbidez obtenidos mediante la aplicación del análisis de varianza por la prueba Welch de ANOVA

Tabla 23. Prueba Welch de ANOVA para el parámetro turbidez con respecto al punto de muestreo.

Prueba de Welch de ANOVA, turbidez para la variable “punto de muestreo”		
Variable	Media	P-valor (significancia)
Punto 1	14.88	0.198
Punto 2	24.12	
Punto 3	37.52	
Punto 4	22.50	
Punto 5	23.26	
Punto 6	24	

Elaborado por: Autoras, 2022.

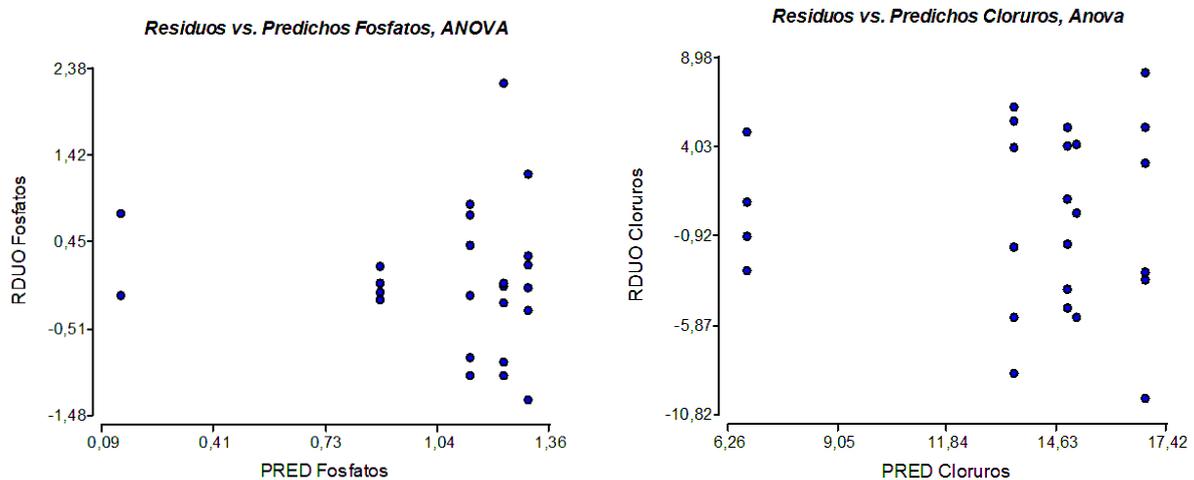
El p-valor obtenido para turbidez es mayor a 0.05, demostrando así que no hay diferencias significativas entre las medias de los conjuntos de datos, esto explica que el punto de muestreo no tuvo influencia en los valores del parámetro de calidad del agua analizado.

Con base en la aplicación de los análisis, se demostró que no existen diferencias significativas entre los puntos de muestreo de los 7 parámetros analizados, debido a que el valor de significancia es superior a 0.05. En relación a las leves diferencias entre las medias determinadas, se puede decir que el punto 1 posee una mejor calidad de agua en contraste con los otros puntos de monitoreo, mientras que el punto 3 presenta condiciones deficientes. A su vez, esto está relacionado a que el punto 1 se encuentra aguas arriba, evidenciando la ligera influencia de las pendientes. Entonces se establece que para fosfatos, cloruros, DBO₅, DQO, turbidez, nitratos y oxígeno disuelto, el punto de muestreo no influyó en los valores de los parámetros de calidad del agua, estableciendo así que el lugar donde se ha monitoreado no determinó la calidad del agua de la laguna.

4.1.2.2 Resultados de análisis de varianza para el estudio de la influencia de la variable temporal “mes de monitoreo” sobre los 7 parámetros representativos de calidad de agua

a. Resultados de la prueba de independencia

Los diagramas de dispersión para cada parámetro en relación con la variable temporal “mes de monitoreo” se han elaborado en base a los datos residuales y predichos de los 30 resultados, mismos que se observan en la Ilustración 8, evaluando así la independencia de los datos para posteriormente aplicar el análisis de varianza.



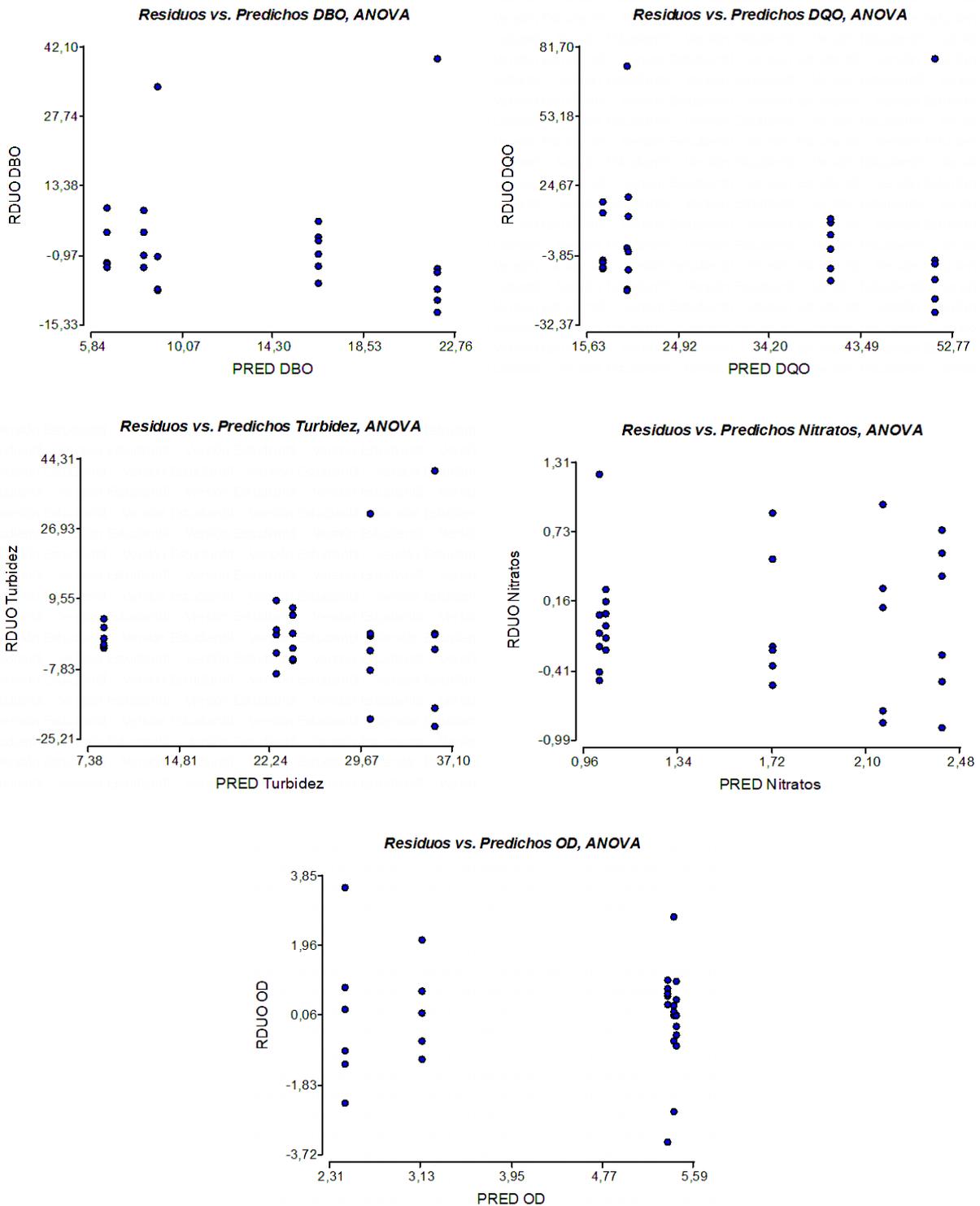


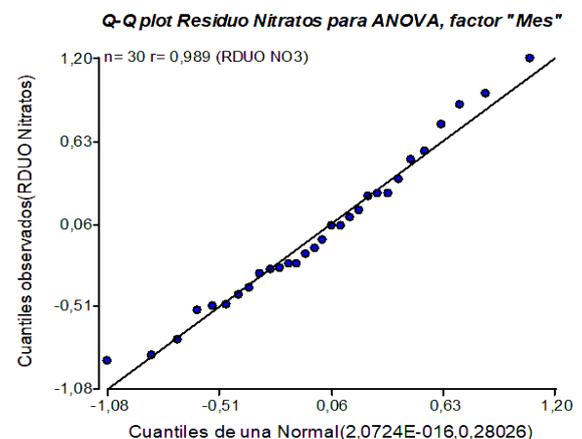
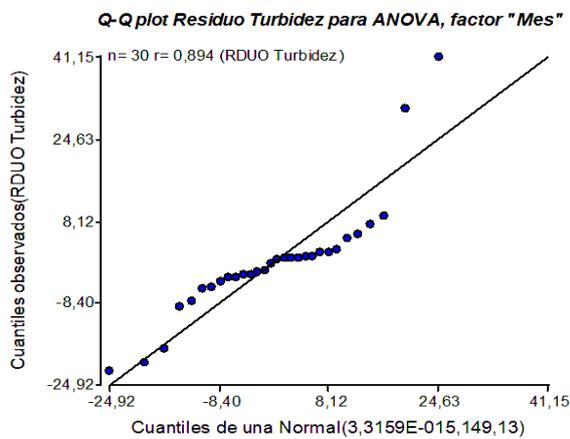
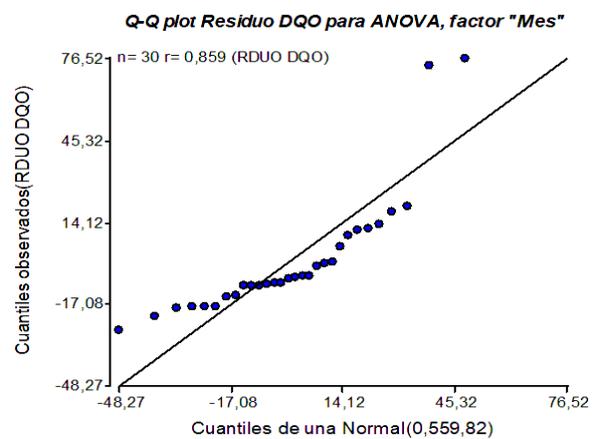
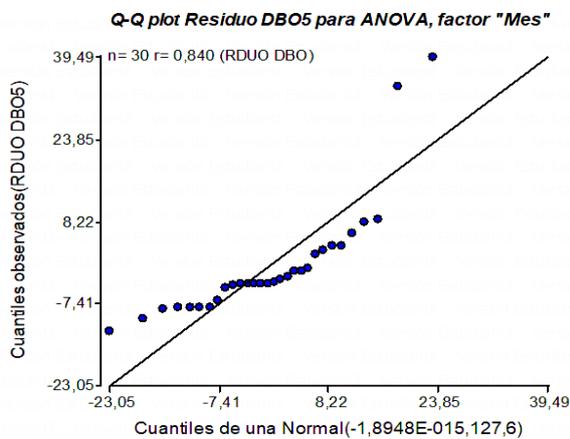
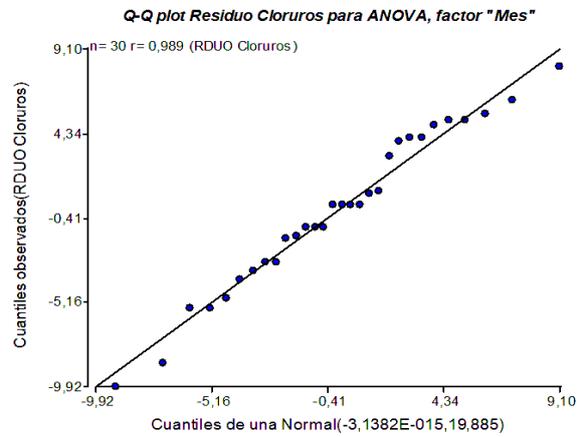
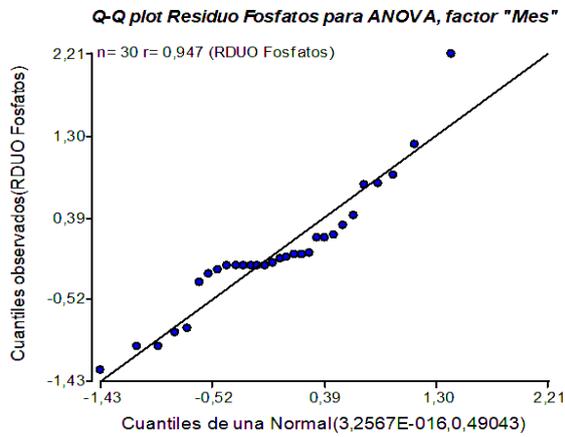
Ilustración 8. Diagramas de dispersión de predichos vs. residuos para los resultados de los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO₅-DQO-Turbidez-Nitratos-OD. ANOVA

Elaborado por: Autoras, 2022.

Concordando con la variable “mes de monitoreo” se evidencia en los diagramas de dispersión que los resultados de los 7 parámetros de calidad del agua no muestran una tendencia de correlación debido a que la dispersión de puntos no presenta ningún patrón, asumiendo que cumplen con el supuesto de independencia.

b. Resultados de la prueba de normalidad

En las Ilustración 9 se muestran las gráficas Q-Q Plot de distribución normal de los resultados correspondientes para cada parámetro en relación con el mes de monitoreo.



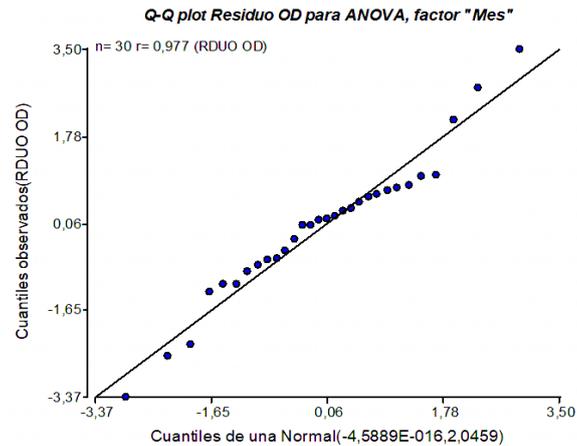


Ilustración 9. Gráfico Q-Q Plot de distribución normal para los parámetros Fosfatos-Cloruros-DBO₅-DQO-Turbidez-Nitratos-OD, ANOVA

Elaborado por: Autoras, 2022.

Al igual que para el análisis de la variable espacial, las gráficas en su mayoría no mostraron que los datos presentes estén significativamente alejados de la recta referencial normal $Y=X$, no obstante, como es una prueba no formal se optó por realizar la prueba de Shapiro Wilks modificada, la *Tabla 24* presenta estos resultados.

Tabla 24. Prueba de Shapiro - Wilks para los parámetros de calidad del agua.

Variable/Test	Shapiro - Wilks (modificado) "p"
Fosfatos	0.1050
Cloruros	0.5584
DBO ₅	<0.0001
DQO	<0.0001
Turbidez	0.0005
Nitratos	0.5189
OD	0.7923

Elaborado por: Autoras, 2022.

Las significancias de la casilla "p" indica que los parámetros fosfatos, cloruros, nitratos y oxígeno disuelto tuvieron un valor superior a 0.05 aceptando la hipótesis nula, teniendo una distribución normal de los datos. Para DBO₅, DQO y turbidez incumplen este supuesto indicando que se debe aplicar métodos no paramétricos si son datos homocedásticos.

c. Resultados prueba de homocedasticidad

La *Tabla 25* presenta los resultados de la aplicación del método de Levene obtenidos a partir del análisis de varianza de los residuos absolutos de la variable. El valor analizado fue “p-valor” para la variable mes.

Tabla 25. Prueba de Levene para los parámetros de calidad de agua, ANOVA.

Variable/Test	Variable independiente	p - valor (significancia)
Fosfatos	Mes	0.1460
Cloruros	Mes	0.0206
DBO ₅	Mes	0.1295
DQO	Mes	0.2282
Turbidez	Mes	0.1742
Nitratos	Mes	0.1515
OD	Mes	0.5313

Elaborado por: Autoras, 2022.

Como se observa, el p - valor indica que el nivel de significancia para todos los parámetros a excepción de los cloruros es mayor al valor establecido de 0.05, cumpliendo con el supuesto de homocedasticidad. Los parámetros fosfatos, oxígeno disuelto y NO₃⁻ cumplieron con todos los supuestos por lo que se aplicó el análisis de ANOVA. Por el contrario, para DQO, DBO₅ y turbidez los datos fueron independientes y homocedásticos por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. En cambio, para cloruros al ser una variable independiente, paramétrica y heterocedástica se aplicó la prueba Welch de ANOVA.

d. Resultados del análisis de varianza para la variable temporal “mes de monitoreo”

Se pueden observar en la *Tabla 26* y *27* los resultados de la aplicación del análisis de varianza respecto a la influencia de la variable “mes de monitoreo” y la prueba post - hoc de Bonferroni.

Tabla 26. Análisis ANOVA para “mes de monitoreo” para los parámetros.

Análisis de varianza ANOVA para los parámetros	
Variable	p-valor (significancia)
Mes PO ₄ ³⁻	0.0091
Mes OD	0.0031
Mes NO ₃ ⁻	0.0004

Elaborado por: Autoras, 2022.

El p-valor del análisis de varianza de los resultados para los parámetros de fosfatos, oxígeno disuelto y nitratos son inferiores a 0.05; estableciendo que sí existieron diferencias significativas entre las medias del conjunto de datos, por lo que el mes de monitoreo sí influyó en los valores de los parámetros de calidad del agua.

Tabla 27. Prueba post – hoc para “mes de monitoreo”.

Test de Bonferroni para los parámetros								
Fosfatos			Oxígeno disuelto			Nitratos		
Variable	Medias	Grupo	Variable	Medias	Grupo	Variable	Medias	Grupo
Octubre	1.14	A	Octubre	3.15	A	Octubre	2.18	B
Noviembre	1.24	A	Noviembre	5.37	B	Noviembre	1.05	A
Febrero	0.15	A	Febrero	2.46	A	Febrero	1.73	B
Marzo	0.88	A	Marzo	5.42	B	Marzo	1.03	A
Mayo	1.30	A	Mayo	5.44	B	Mayo	2.41	B

Elaborado por: Autoras, 2022.

Asimismo, se elaboró la prueba post-hoc, donde se estableció que para fosfatos no existieron diferencias significativas entre las medias. Para oxígeno disuelto existieron diferencias en los meses de octubre y febrero, mientras que para nitratos existieron diferencias en los meses de noviembre y marzo. Por otro lado, en la *Tabla 28* se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza para los parámetros por el método no paramétrico de Kruskal Wallis.

Tabla 28. Análisis Kruskal Wallis para “mes de monitoreo” de los parámetros.

Análisis de varianza Kruskal - Wallis para los parámetros.								
DQO			DBO ₅			Turbidez		
Variable	Mediana	P-valor	Variable	Mediana	P-valor	Variable	Mediana	P-valor
Octubre	40.40	0.0155	Octubre	15.70	0.0118	Octubre	34.50	0.0057
Noviembre	42.05		Noviembre	17.07		Noviembre	28.95	
Febrero	1.73		Febrero	0.90		Febrero	24.05	
Marzo	10.85		Marzo	4.05		Marzo	7.60	
Mayo	13.70		Mayo	6		Mayo	23.20	

Elaborado por: Autoras, 2022.

El p-valor obtenido mediante la aplicación de la prueba de Kruskal Wallis para los parámetros en relación con el mes de monitoreo fue menor a 0.05, indicando que, si existen diferencias significativas entre los datos. A su vez explica que, el mes de monitoreo influye en los valores de los parámetros de calidad del agua. La *Tabla 29* presenta los resultados obtenidos para cloruros.

Tabla 29. Análisis Welch de ANOVA para “mes de monitoreo” del parámetro cloruros.

Prueba de Welch de ANOVA, cloruros para la variable “mes de monitoreo”		
Variable	Medias	P-valor (significancia)
Octubre	14.917	0.002
Noviembre	13.567	
Febrero	6.767	
Marzo	15.167	
Mayo	16.917	

Elaborado por: Autoras, 2022.

El valor de significancia al aplicar la prueba Welch de ANOVA para cloruros es menor a 0.05, estableciendo que si existen diferencias significativas entre las medias de los datos. El análisis de varianza para los parámetros analizados permitió establecer que las épocas de monitoreo generan variaciones en la calidad del agua, estos cambios se encuentran relacionados a la estacionalidad. Por ello se infirió que las condiciones climáticas como la época de verano e invierno pueden condicionar la calidad del agua de la Laguna San Martín.

4.1.3 Resultados del análisis de correlación aplicado a los parámetros de calidad de agua

En los siguientes apartados se presentan los resultados de la prueba de normalidad para establecer el método de correlación a emplearse y a su vez se muestran sus resultados.

4.1.3.1 Resultados de la prueba de normalidad Shapiro – Wilks

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro - Wilks a los 17 parámetros de calidad de agua analizados, los resultados se presentan en la *Tabla 30*.

Tabla 30. Prueba de Shapiro – Wilks para parámetros de calidad del agua.

Variable/Test	Shapiro - Wilks
Temperatura	0.005
Turbidez	0.001
Potencial de Hidrógeno	0.862
Sólidos Totales	0.051
Oxígeno Disuelto	0.068
DBO	<0.0001
DQO	<0.0001
Nitratos	0.023
Alcalinidad	0.690
Cloruros	0.355
Color Real	<0.0001
Conductividad Eléctrica	0.621
Dureza Total	<0.0001
Clorofila A	<0.0001
Coliformes fecales	<0.0001
Coliformes totales	<0.0001
Fosfatos	0.010

Elaborado por: Autoras, 2022.

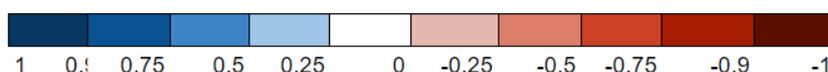
Las cantidades señaladas en negrita son 11 de 17, siendo aquellos valores que no poseen una distribución normal. Como la mayoría de los valores de “p” de la segunda columna tienen una significancia menor a 0.05; se optó por aplicar el método del coeficiente de correlación de Spearman, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

4.1.3.2 Resultados de correlación de Spearman aplicada a los parámetros de calidad de agua

Como se observa en la *Tabla 31*, se encuentran los resultados de la correlación de Spearman realizada para los 17 parámetros de control de calidad del agua de la laguna San Martín. Los coeficientes obtenidos se clasificaron de acuerdo con los valores resultantes de la correlación, estableciendo que un valor fuerte se encuentra en un rango de 0.9 a 1 y -0.9 a -1, un rango moderado varía de 0.5 a 0.9 y de -0.5 a -0.9. Los valores inferiores a 0.5 y superiores a -0.5 se clasifican como correlaciones débiles; mientras más cercanos a 0 sean los coeficientes se establece que no hay una correlación lineal.

Tabla 31. Coeficientes de correlación de Spearman – parámetros de calidad de agua.

Variables	T	Turb	pH	ST	OD	DBO5	DQO	NO3-	Alc	Cl-	Col	CE	Du	Chl a	CF	CT	PO4-3
T	1																
Turb	-0.244	1															
pH	-0.299	-0.006	1														
ST	-0.208	0.515	-0.199	1													
OD	0.308	-0.193	0.316	-0.345	1												
DBO5	0.093	0.598	-0.210	0.208	0.001	1											
DQO	0.170	0.583	-0.246	0.221	0.034	0.988	1										
NO3-	-0.452	0.501	0.275	0.184	-0.079	0.042	0.021	1									
Alc	-0.391	-0.193	0.328	-0.155	0.072	-0.507	-0.539	0.148	1								
Cl-	0.040	0.412	0.212	-0.313	0.274	0.585	0.548	0.196	-0.233	1							
Col	-0.483	0.638	0.094	0.367	-0.368	0.117	0.082	0.621	-0.092	0.199	1						
CE	-0.397	0.228	0.372	0.521	-0.329	-0.093	-0.134	0.420	0.044	0.121	0.499	1					
Du	-0.131	0.207	0.184	0.424	-0.008	-0.055	-0.090	0.118	0.109	-0.061	0.269	0.446	1				
Cl A	0.441	0.329	-0.238	0.020	0.122	0.587	0.603	-0.161	-0.296	0.347	0.043	-0.323	0.030	1			
CF	-0.032	0.054	0.243	0.018	0.353	0.171	0.159	0.200	0.038	0.092	-0.156	0.124	0.246	0.037	1		
CT	0.058	0.285	0.224	0.296	-0.095	0.193	0.208	0.536	-0.206	0.204	0.31	0.604	0.236	-0.080	0.376	1	
PO4-3	0.054	0.473	0.105	-0.263	0.238	0.621	0.586	0.157	-0.331	0.953	0.257	0.132	-0.092	0.435	0.108	0.158	1



Elaborado por: Autoras, 2022.

En la presente tabla se encuentran dos valores de coeficientes de correlación positiva alta: cloruros respecto a fosfatos, y DQO respecto a DBO₅. El valor que relaciona cloruros con los fosfatos es de 0.953, al igual que en el estudio realizado por Usharani et al. (2010) donde se analizaron las características fisicoquímicas del río Noyyal en la India, donde se obtuvo una

correlación fuerte entre cloruros y fosfatos de 0.981. La USGS (2018) menciona que el lago West Point ha presentado un proceso de eutrofización a causa del incremento de fósforo que recibe de fuentes puntuales.

Para el caso de los cloruros, Cerqueira et al. (2013) menciona que una fuente de aporte importante son las orinas de los animales y humanos que aportan alrededor de 6 g de cloruro al día, lo cual es de interés porque este contaminante influye en las características de los sistemas acuáticos al ocasionar variaciones en la presión osmótica de los microorganismos. A su vez Brandt et al. (2017), expresa que la mayoría de ríos y lagos poseen concentraciones de cloruro menores a 50 mg/L de Cl^- y un aumento considerable indica contaminación por aguas residuales o la presencia de escorrentía urbana vinculada con la aplicación de sal de roca ('grit') para carreteras.

Por ello se puede inferir que los valores altos de fosfatos y cloruros en el agua pueden deberse a la presencia de desechos humanos, animales y fertilizantes, tal como lo mencionan en los estudios de Muñoz et al. (2011) y Pal & Chakraborty (2017).

Por otra parte, el valor que relaciona a la DQO respecto a la DBO_5 es de 0.988. De acuerdo con el estudio realizado por Muñoz et al. (2012), se evidencia que existieron valores de r^2 superiores a 0.8 en 6 de 12 puntos de muestreo en la subcuenca del Río Zahuapan; y la r^2 de estos dos parámetros que ha sido extraída con una gráfica elaborada con datos de todos los puntos de muestreo fue de 0.733. El mismo autor menciona que, una línea de regresión entre la DBO_5 y DQO que tiene una pendiente cercana a 1 indica que la materia presente es de tipo orgánico biodegradable.

En el presente estudio se encontraron 15 correlaciones positivas moderadas con bajo nivel de fuerza (menores a 0.90). Entre ellas, se puede destacar a Turb y Col donde se encontró una relación de 0.638, esto puede suceder a causa de la cantidad de sólidos que brindan turbiedad a los cuerpos de agua, así como la presencia de fitoplancton observado in situ, brindando colores verdosos y rojizos. A su vez la relación entre la DBO_5 y PO_4^{3-} fue de 0.621. Según Barbooti et al. (2017) los fosfatos en cuerpos de agua contribuyen con altos niveles de DBO_5 ya que es un nutriente para las plantas, haciendo que la vida vegetal y las algas crezcan deprisa. Cuando las plantas crecen deprisa, también mueren rápidamente, generando desechos orgánicos en el agua, que serán consumidos por bacterias, dando como resultado un alto nivel de DBO_5 .

En este trabajo también se encontró correlaciones moderadas entre turbidez y ST de 0.515, esto se puede ocasionar por el incremento de partículas en el agua que generan un aumento

de la turbidez, coincidiendo con lo mencionado por Ramos & Miranda (2019), ya que estos parámetros están vinculados con el manejo que se les da a las aguas, así como al uso y ocupación de la tierra circundante. A su vez, para la turbidez y DQO en el presente trabajo hubo una correlación de 0.583. Según un estudio realizado por Roy et al. (2021) en el río Shilabati en la India, se observó una relación estrecha entre la turbidez y la DQO en muestras de agua tomadas en época postmonzónica (0.94).

Asimismo, en esta investigación se ha encontrado una correlación moderada entre turbidez y DBO₅ de 0.598. Existen investigaciones que evidencian esta relación como es el estudio de las lagunas de Feira de Santana en Brasil donde el autor Chicava et al. (2022), menciona que una alta DBO₅ muestra una correlación positiva con la turbidez debido a que la presencia de sustancias biodegradables contribuye a que incremente este parámetro. Con lo mencionado anteriormente, se puede inferir que los aportes de materia orgánica en aguas superficiales influyen en las concentraciones de algunos parámetros como: turbidez, oxígeno disuelto, DBO₅, entre otros, alterando así la calidad del agua.

A su vez en el presente trabajo se encontró una correlación entre turbidez y NO₃⁻ de 0.501. Según un estudio de Nsoh & Haruna (2021), la turbidez se correlacionó positivamente con los nitratos (0.734), indicando que los altos niveles de turbidez causados por los nutrientes y los sedimentos dan como resultado el aumento de las concentraciones de nitratos.

En el actual análisis se pudo encontrar correlación entre ST y CE de 0.521 esto se da a causa de la concentración de iones disueltos presentes en el agua los cuales producen un aumento en la conductividad eléctrica; como lo menciona Thirumalini & Joseph (2009), quienes indican que existe una correlación positiva entre los iones presentes en el agua (SDT) y la CE para el agua dulce de 0.65.

También se obtuvieron para este estudio correlaciones entre DBO₅ y Cl⁻ de 0.585 y DQO y Cl⁻ de 0.548; lo que se puede atribuir a la concentración de materia orgánica presente en el cuerpo de agua, como lo menciona el autor Indu & Raveesh (2015) en un estudio sobre los parámetros fisicoquímicos y su análisis de correlación del agua del Lago Nawabganj en la India, estableciendo que una mayor concentración de cloruro se presenta cuando se tiene un mayor grado de contaminación orgánica, mostrando una correlación de DBO₅ y Cl⁻ igual a 0.51. También este estudio presentó una correlación entre DQO y Cl⁻ de 0.42.

A su vez, en el presente trabajo se obtuvo una correlación moderada positiva entre la DQO y PO₄⁻³ de 0.586; lo cual se puede constatar con el estudio de Anny et al. (2017), donde se

evaluó la contaminación de aguas superficiales, obteniéndose una correlación de 0.593 entre la DQO y PO_4^{-3} .

Se encontró en esta investigación una correlación de 0.621 entre nitratos y color. Según algunos estudios realizados, se ha encontrado que entre estos dos parámetros existen correlaciones negativas débiles, como lo muestra un estudio realizado por Kikuda et al. (2022), quien obtuvo un valor de -0.39. El valor en esta investigación debió haber sido a causa de la influencia de la zona de estudio y la concentración de estos contaminantes en el agua.

Se obtuvo una correlación entre CE y CT de 0.604 en este estudio. Al igual que en el estudio de Haque et al. (2018), donde se evaluó los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en el agua superficial del río Padma en Bangladesh, donde se obtuvo una relación positiva de 0.967 entre los coliformes totales y la conductividad eléctrica.

A su vez los análisis estadísticos que se realizaron en este trabajo permitieron obtener una correlación moderada entre coliformes totales y nitratos de 0.536. En un estudio realizado por Indu & Raveesh (2015), en el agua superficial del Lago Nawabganj, hubo una correlación similar de 0.55 entre coliformes totales y nitratos. A su vez, los coliformes totales engloban a coliformes fecales y de acuerdo con Baque et al. (2016), se ha observado que la alta presencia de nitratos produce a su vez un crecimiento abundante de coliformes fecales.

En el presente trabajo se encontraron correlaciones moderadas entre Chl a y DBO_5 de 0.587 y entre la Chl a y DQO de 0.603. De acuerdo con Pham (2014) se ha encontrado que la DBO_5 y Chl a en dos lagos de la ciudad de Danang en Vietnam poseen una clara correlación, con un coeficiente de ganancia lineal de $R_2 > 0.95$. Por otro lado, en el mismo estudio se menciona que no existió correlación entre la Chl-a y DQO, esto ya que la DQO es un parámetro de contaminación para todos los componentes, incluyendo a los compuestos orgánicos que resisten la biodegradación; mientras que el crecimiento de fitoplancton solamente está relacionado con la contaminación orgánica. En la presente investigación, esto no coincidió con el estudio mencionado, hecho que puede ser atribuido a la alta presencia de sólidos suspendidos en el lugar y el uso de suelo aledaño a la zona de estudio.

A su vez se encontraron correlaciones negativas, entre ellas estuvieron DBO_5 con alcalinidad de -0.507 y DQO con alcalinidad de -0.539. En un estudio realizado por Irfan (2020), en el lago Varal Devi en la India, se ha encontrado una correlación de -0.5 entre DBO_5 y alcalinidad. Para la DQO como lo menciona Shroff et al. (2015), se obtuvo una correlación inversa entre

la DQO y la alcalinidad de -0.05. A su vez en el estudio de Irfan (2020), se menciona que la alcalinidad se correlaciona inversamente con ambos parámetros. Por lo que se puede inferir que existe una moderada relación entre la materia orgánica y la alcalinidad, provocando una disminución de DQO y DBO₅ a medida que aumenta la alcalinidad.

4.2 Resultados de categorización de uso y cobertura de suelo

En la *Tabla 32*, se identifican las áreas en hectáreas y porcentajes de los tipos de uso y cobertura de suelo en la zona de influencia que comprende un total de 241.95 ha. Se ha obtenido la clasificación del uso y cobertura de suelo en el año 2008, donde se evidenciaron dos tipos de coberturas de suelo que son: vegetación arbustiva-herbácea y zona pecuaria ocupando el 21.31 % y 78.69 % respectivamente.

Tabla 32. Distribución de usos y coberturas de suelo del año 2008 en el área de influencia

Cobertura / Tipo de suelo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación arbustiva-herbácea	51.55	21.31
Zona pecuaria	190.40	78.69
Total	241.95	100

Elaborado por: Autoras, 2022.

Como se muestra en la Ilustración 10, en toda el área de influencia predomina la zona pecuaria, misma que se encuentra representada en color amarillo y la zona de vegetación arbustiva-herbácea, marcada con color verde.

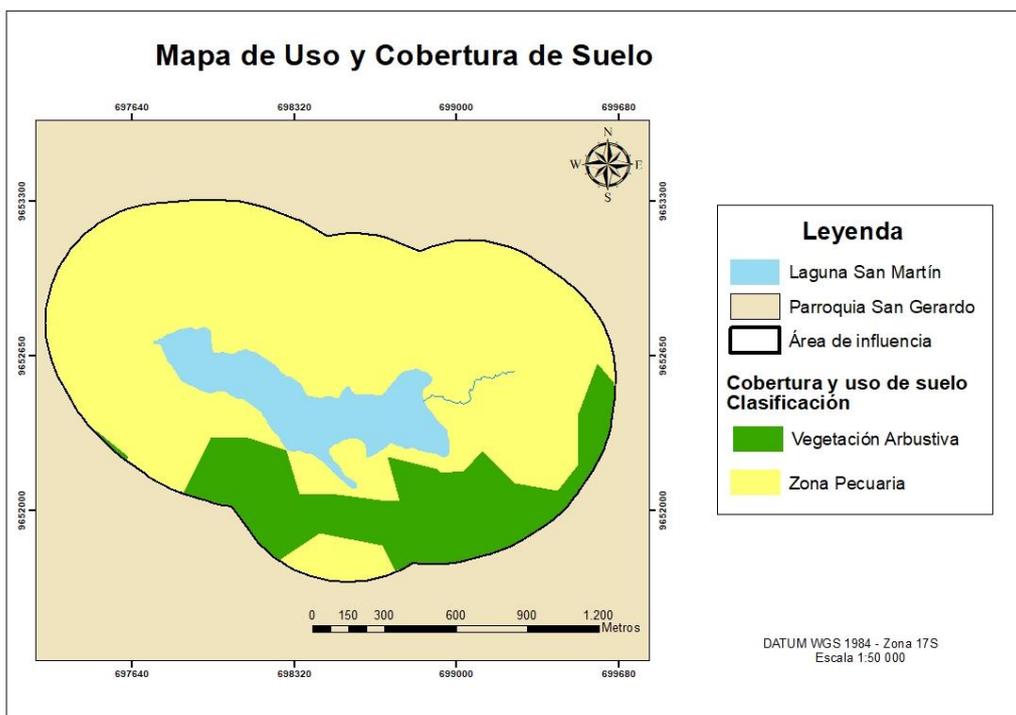


Ilustración 10. Uso y cobertura de suelo del año 2008 en el área de influencia.

Fuente: GAD de Girón, 2008.

En la *Tabla 33*, se identifican las áreas en hectáreas y porcentajes de los tipos de uso y cobertura de suelo en la zona de influencia. La clasificación se obtuvo a partir de una imagen satelital del año 2021, donde se evidenciaron 4 tipos de coberturas de suelo que son: vegetación arbustiva-herbácea, zona poblada, zona pecuaria y pastizal de baja densidad ocupando el 19.70 %, 8.14 %, 45.32 %, 24.84 % respectivamente. A su vez la zona actualmente cuenta con un cuerpo de agua natural (laguna San Martín) que es el objetivo de análisis de la presente investigación con una área de 28.65 ha.

Tabla 33. Distribución de usos y coberturas de suelo del año 2021 en el área de influencia

Cobertura / Tipo de suelo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación arbustiva - herbácea	47.67	19.70
Zona poblada	19.69	8.14
Zona pecuaria	109.64	45.32
Pastizal de baja densidad	64.95	24.84
Total	241.95	100

Elaborado por: Autoras, 2022.

Como se presenta en la Ilustración 11, se muestra que en toda el área de influencia predomina la zona pecuaria, misma que se encuentra representada en color amarillo, seguida del pastizal de baja densidad identificado de color naranja, continuando con la vegetación arbustiva-herbácea referida con color verde y finalmente la zona poblada que se encuentra en menor cantidad cuya área se presenta en color gris.

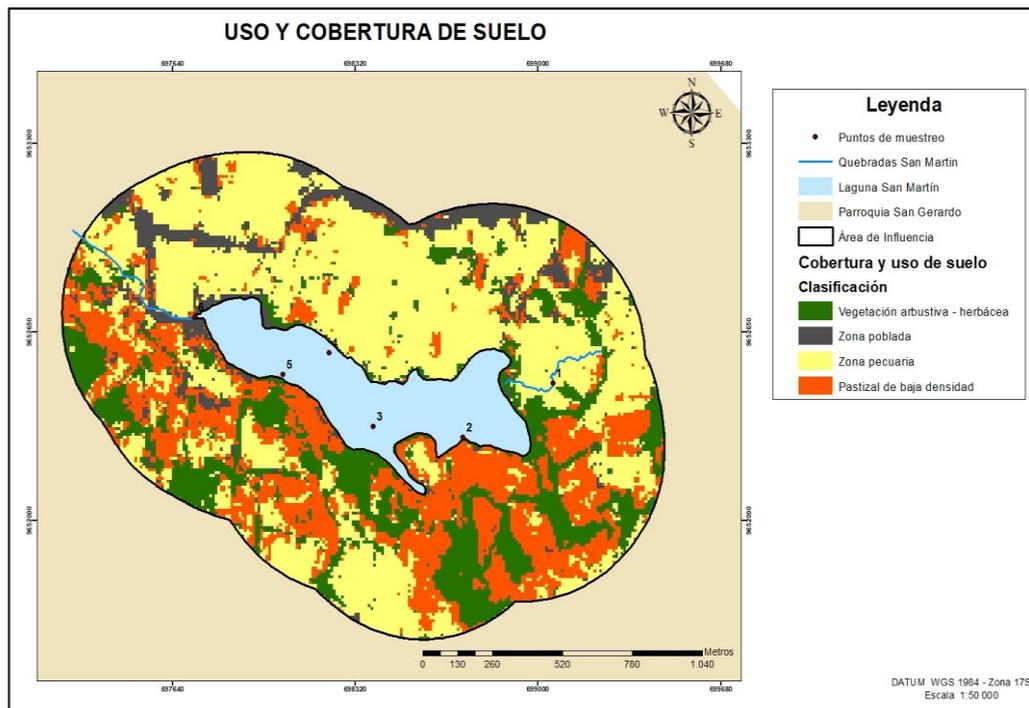


Ilustración 11. Uso y cobertura de suelo del año 2021 en el área de influencia.

Fuente: Imagen Satelital Copernicus, 2021

Mediante la observación de los datos e ilustraciones presentadas se evidenció que existe un cambio significativo en los usos y coberturas de suelo en el área de estudio entre el año 2008 y 2021. Como se muestra en la Ilustración 12, con el tiempo ha disminuido la zona pecuaria en un 33.37% dando paso a la existencia de una pequeña zona poblada y pastizal de baja densidad en la que actualmente existe una escasa presencia de ganado. A su vez se evidenció una reducción del 1.61% en la zona de vegetación arbustiva-herbácea, donde además se pudo apreciar que, en el presente, su distribución no se encuentra focalizada. Como se evidencia en ambos mapas, predomina la zona pecuaria y el pastizal de baja densidad, los cuales han ido cobrando peso con el paso de los años.

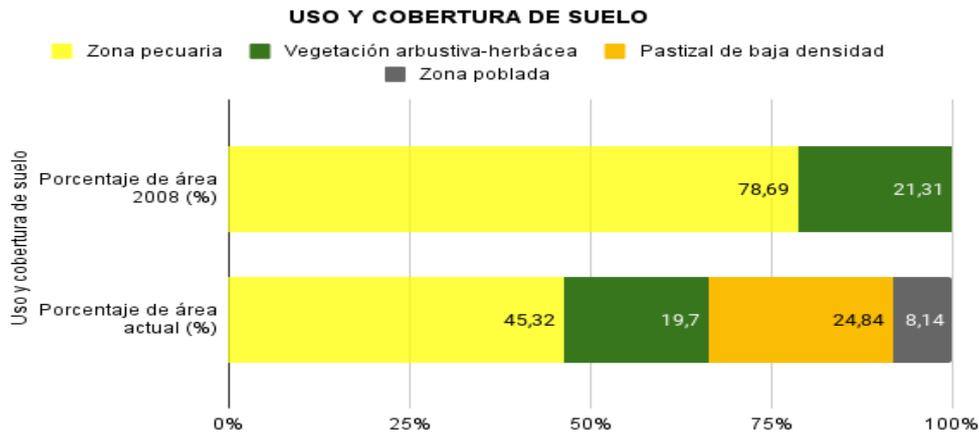


Ilustración 12. Cambio del uso y cobertura de suelo en el área de influencia.

Fuente: (GAD de Girón, 2008; Imagen satelital Copernicus, 2021).

4.3 Resultados de la relación de la calidad del agua a causa del uso y cobertura de suelo

4.3.1 Resultados de la subdivisión del área de influencia

En la Ilustración 13 se expone la segmentación del área de influencia con los usos y coberturas de suelo en 6 zonas adyacentes a los 6 puntos de monitoreo de agua. Con el fin de tener un correcto desarrollo del proceso estadístico como el análisis del coeficiente de correlación de Pearson, la subdivisión se realizó de manera que asegure el mismo tamaño muestral “n”.

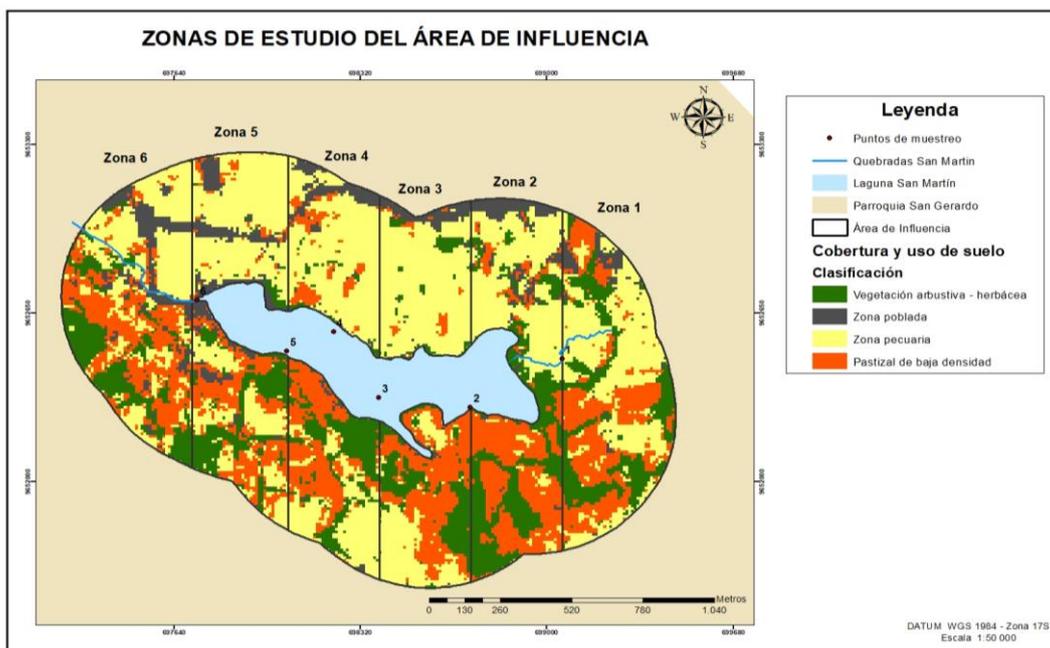


Ilustración 13. Mapa de subdivisión en 6 zonas del área de influencia.

Fuente: Imagen Satelital Copernicus, 2021

Como se observa en la Ilustración 13 y corroborando con el estudio del mapa de pendientes, no existen diferencias significativas en la pendiente del área de influencia, razón por la cual, los distintos usos y coberturas de suelo se encuentran distribuidos a lo largo de la zona de estudio. Las clasificaciones de uso y cobertura de suelo para las 6 zonas de estudio se encuentran presentadas en las *Tablas 34 y 35*.

Tabla 34. Área en hectáreas de usos de suelo para las 6 zonas del área de influencia.

Cobertura / Tipo de suelo (ha)	Vegetación arbustiva - herbácea	Zona poblada	Zona pecuaria	Pastizal de baja densidad	Total
Zona 1	9.53	2	17	12	40.53
Zona 2	10.64	3.19	13.76	12.49	40.08
Zona 3	6.42	2.11	21.78	9.98	40.29
Zona 4	6.33	2.57	21.50	9.88	40.28
Zona 5	6.38	4.96	20.43	8.28	40.05
Zona 6	8.36	4.86	15.17	12.32	40.71
Total	47.66	19.69	109.64	64.95	241.94

Elaborado por: Autoras, 2022.

Tabla 35. Área en porcentaje de usos de suelo para las 6 zonas del área de influencia

Cobertura / Tipo de suelo (%)	Vegetación arbustiva - herbácea	Zona poblada	Zona pecuaria	Pastizal de baja densidad	Total
Zona 1	23.51	4.94	41.9	29.61	100
Zona 2	26.55	7.96	34.33	31.16	100
Zona 3	15.93	5.24	54.06	24.77	100
Zona 4	15.71	6.38	53.38	24.53	100
Zona 5	15.93	12.39	51.01	20.67	100
Zona 6	20.54	11.94	37.26	30.26	100

Elaborado por: Autoras, 2022.

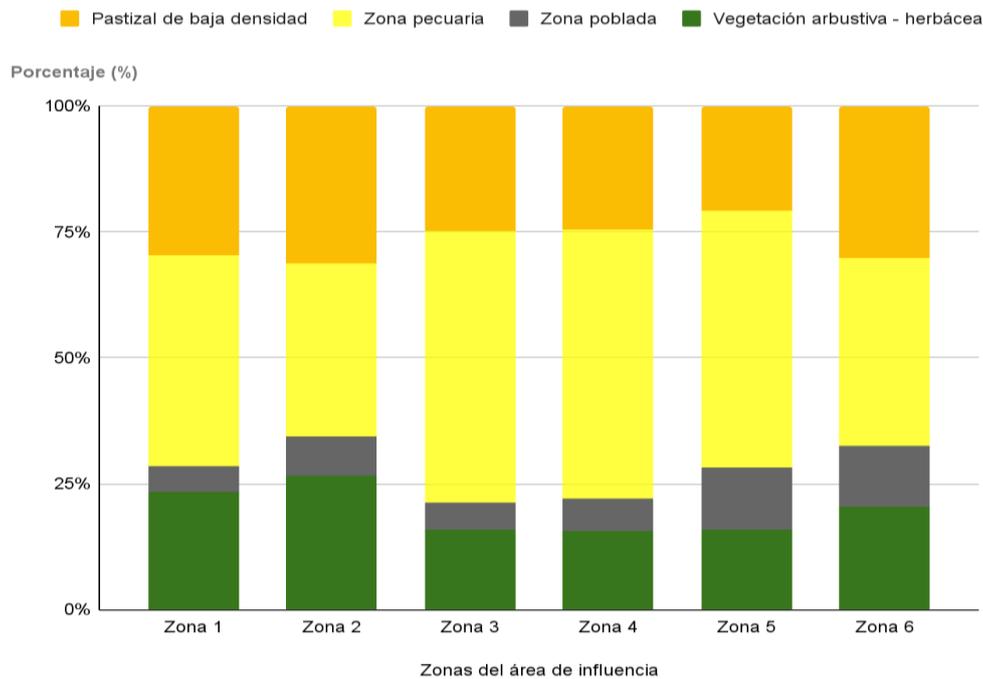


Ilustración 14. Área porcentual de usos de suelo por cada zona de estudio

Elaborado por: Autoras, 2022.

Como se observa en la Ilustración 14, cada una de las zonas de estudio presentan todos los usos y coberturas de suelo circundantes a la Laguna San Martín. Sin embargo, se pudo apreciar que la distribución de estas coberturas se encuentra en distintas cantidades. En la zona 3 donde predomina el uso pecuario con respecto a las demás zonas, seguido de la zona 2 que muestra un mayor porcentaje de vegetación arbustiva y pastizal de baja densidad, continuando con la zona 5 que presenta mayor cantidad de área poblada. De igual manera en las demás zonas se evidencia en mayor cantidad el uso pecuario de suelo.

De acuerdo con la categorización de las 6 zonas de estudio, se expone que el área que predomina mayormente corresponde al uso pecuario abarcando un porcentaje de 45.32%, mismo que posee una amplia diferencia porcentual respecto a los demás usos de suelo. En segundo lugar, se encuentra el pastizal de baja densidad con un porcentaje 24.84%. En base a esta clasificación se evidencia que a causa de la alta presencia de actividad ganadera en la zona existe una contribución de contaminantes como coliformes fecales y nutrientes como fosfatos y nitratos que aportan a la generación de algas ocasionando la eutrofización de la laguna, explicando así la baja presencia de oxígeno disuelto.

A su vez los sólidos totales se encuentran en grandes cantidades, esto se puede dar por la acción del arrastre de materiales provenientes del área poblada, que, si bien se encuentra en menor porcentaje, contribuye en la generación de contaminantes. Asimismo, la erosión del

suelo, los procesos de meteorización, el laboreo y el uso de terreno para ganado contribuyen a la presencia de sólidos ya que estas actividades provocan el movimiento de las partículas del suelo. Mediante este análisis se puede evidenciar que existe una influencia de las actividades que se realizan alrededor la laguna San Martín que afectan la calidad del agua. Estos resultados son corroborados mediante la aplicación de métodos estadísticos empleados para determinar la relación que existe entre los usos y coberturas de suelo con la calidad del agua.

4.4 Resultados del análisis de correlación aplicado a los parámetros de calidad de agua

En los siguientes apartados se explican los resultados para la prueba de normalidad que permitió conocer el método de correlación a utilizarse, en conjunto con los resultados de la aplicación de la correlación.

4.4.1 Resultados de la prueba de normalidad Shapiro – Wilks

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro – Wilks al conjunto de datos de los 17 parámetros de calidad de agua y categorías de uso de suelo como se expone a continuación en la *Tabla 36*.

Tabla 36. Prueba de normalidad Shapiro – Wilks para parámetros de calidad de agua y usos de suelo.

Variable/Test	Shapiro - Wilks
Temperatura	0.749
Turbidez	0.153
Potencial de hidrógeno	0.283
Sólidos totales	0.029
Oxígeno disuelto	0.294
DBO	0.192
DQO	0.305
Nitratos	0.303
Alcalinidad	0.031
Cloruros	0.473

Continuación de la Tabla 36.

Color real	0.572
Conductividad eléctrica	0.016
Dureza total	<0.0001
Clorofila A	0.007
Coliformes fecales	0.058
Coliformes totales	0.015
Fosfatos	0.064
Vegetación Arbustiva-herbácea	0.152
Zona Poblada	0.171
Zona Pecuaria	0.244
Pastizal baja	0.370

Elaborado por: Autoras, 2022.

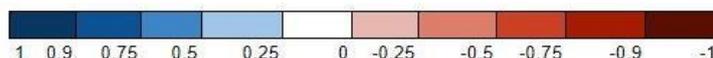
Las cantidades señaladas en negrita son 15 de 21 correspondiendo a aquellos valores que poseen una distribución normal. Como la mayoría de los valores de “p” de la segunda columna tienen una significancia mayor a 0.05; se optó por aplicar el método del coeficiente de correlación de Pearson, cuyos resultados se muestran en la Tabla 36.

4.4.2 Resultados de correlación aplicada a parámetros individuales de calidad de agua con los usos de suelo

En la *Tabla 37* se muestran los coeficientes de correlación de Pearson resultantes para el conjunto de datos especificado previamente. Su interpretación se dividió de acuerdo con las categorías de usos de suelo, como se muestra a continuación.

Tabla 37. Coeficientes de correlación de Pearson entre parámetros de calidad de agua y usos de suelo.

Uso de suelo/ parametro	Vegetación arbustiva-herbácea	Zona poblada	Zona pecuaria	Pastizal de baja densidad
T	-0.828	-0.137	0.767	-0.563
Turb	-0.451	0.088	0.418	-0.295
pH	0.001	0.107	-0.048	0.013
ST	-0.172	0.400	0.312	-0.137
OD	-0.083	-0.528	-0.611	0.511
DBO5	0.107	0.097	-0.034	0.031
DQO	0.161	0.073	-0.092	0.072
NO ₃ -	0.515	-0.588	0.501	0.274
Alc	-0.308	0.494	0.116	-0.291
Cl-	0.002	0.482	-0.018	-0.350
Color real	-0.659	-0.121	0.565	-0.343
CE	0.366	0.269	-0.222	0.264
Du	-0.389	0.593	0.329	-0.722
Cl A	-0.519	-0.240	0.535	-0.344
CF	0.907	-0.201	0.705	0.615
CT	0.604	-0.500	0.342	0.432
Fosfatos	-0.046	-0.367	0.144	0.045



Elaborado por: Autoras, 2022.

Vegetación arbustiva - herbácea: este uso de suelo indicó correlaciones positivas y negativas con respecto a los parámetros de calidad del agua. Se obtuvieron correlaciones positivas fuertes con coliformes fecales y moderadas con nitratos y coliformes totales. Para el caso de las negativas se muestra una correlación fuerte con la temperatura y moderadas con color real y clorofila a.

La correlación entre este tipo de cobertura con los coliformes fecales y totales presentó una relación fuerte positiva indicando que la cobertura arbustiva - herbácea influye en el aporte de estos contaminantes en la laguna San Martín; tal como menciona Gagliardi & Karns (2002), el tipo de plantas existentes pueden alterar la calidad bacteriana de los suelos y del agua. A su vez, el suelo, la vegetación y las raíces de las plantas pueden funcionar como reservorios de bacterias coliformes, algunas originarias de mamíferos, siendo las lluvias el medio de transporte.

En cuanto a los NO₃ se explica que poseen una relación moderada positiva con este tipo de cobertura. De acuerdo con Brown et al. (2018), las concentraciones de nitratos fueron moderadas en cuencas hidrográficas que tenían una cubierta forestal escasa. Asimismo, la regresión lineal múltiple indicó que el área relativa del lago tenía una correlación

significativamente positiva con las concentraciones de NO_3^- . Esto coincide con este estudio ya que, si bien existe una zona arbustiva - herbácea, no existe una presencia forestal considerable. El estudio también menciona que el fósforo no se correlacionó de forma significativa con la cubierta forestal, la abundancia de lagos o el área de la cuenca.

En cuanto a las correlaciones negativas, estas fueron entre arbustos y temperatura. Según la FAO (1996), la vegetación brinda sombra al suelo y a su vez reduce la pérdida de humedad y evita los cambios bruscos de temperatura; es decir mientras más presencia de vegetación, la temperatura se mantiene estable en comparación a su alrededor. A su vez, un estudio realizado por Medeiros et al. (2018), menciona que la temperatura más alta fue encontrada en la Tercera Laguna, lo cual se debe a la ausencia de vegetación y la presencia de asfalto.

Para la clorofila a se presenta una relación inversa como lo menciona Moslenko et al. (2020), las categorías de cobertura terrestre natural circundante a lagos como bosques mixtos y vegetación se encuentran asociados negativamente con las concentraciones de clorofila a (coeficiente de correlación = -0.29). Referente a los demás parámetros se puede inferir que esta cobertura de suelo no presenta un impacto fuerte negativo con respecto a la calidad del agua, además es la segunda categoría que encuentra en menor porcentaje en la zona con respecto a los otros usos y coberturas de suelo.

Zona poblada: este uso de suelo presentó en su mayoría correlaciones negativas con los parámetros de calidad del agua, entre estas se evidenciaron correlaciones moderadas respecto a oxígeno disuelto, nitratos y coliformes totales. Solo se observa una correlación positiva moderada respecto a la dureza total.

Los resultados obtenidos del oxígeno disuelto muestran una correlación negativa con esta zona, lo que a su vez se evidencia en una investigación realizada por Ding et al. (2015) sobre el análisis de impactos del uso del suelo en la calidad del agua del río Dongjiang ubicado al Sureste de China, donde la zona poblada tiene una relación inversa con la cantidad de oxígeno disuelto de -0.65. En cuanto a la relación entre nitratos se presentó una correlación inversa moderada, corroborando lo obtenido en los estudios de Li et al. (2012) que muestra una relación de -0.062 entre nitratos con zona poblada y Ding et al. (2015) de -0.17, mencionando que los parámetros de nutrientes mostraron correlaciones negativas significativas con el área forestal y positiva con la zona poblada, no obstante situaciones opuestas pueden ser el resultado de bajos aportes antropogénicos y alta retención de nutrientes por la zona arbustiva, teniendo similitud con esta investigación.

En la presente investigación se encontró una correlación negativa entre coliformes totales y zona poblada. Según estudios realizados por Dwight et al. (2002) el agua en dos playas de

Estados Unidos que se encuentran alejados a la desembocadura de ríos influidos por contaminación urbana tenía bajos niveles de bacterias coliformes. Sin embargo los resultados obtenidos entre coliformes y nitratos con respecto a este uso de suelo difieren de otros estudios como el de Yuan et al. (2019) donde se establece que su relación es directa, esta diferencia se pudo dar presumiblemente a varias razones, entre ellas la primera es que como menciona Dwight et al. (2002), al existir mayor distancia de los focos de contaminación, el contaminante disminuye, finalmente el área poblada se encuentra en un porcentaje relativamente bajo en comparación con los demás usos de suelo y en este uso predomina un camino y existen escasos bienes inmuebles, por lo que tanto para nitratos y coliformes esta correlación ha resultado baja e inversa.

En cuanto a las correlaciones positivas, se encontró una correlación moderada entre este uso de suelo y la dureza total. Según Grochowska (2020), las concentraciones promedio de calcio y magnesio observadas en el agua de dos lagos en Polonia fueron altas a causa de la presencia del impacto antropogénico. A su vez, menciona que, a pesar de la constante fotosíntesis el contenido de calcio y la alcalinidad fueron similares en la columna de agua del lago, esto debido a la circulación constante del agua en el lago.

Los parámetros restantes presentan correlaciones débiles, aclarando así que este uso de suelo no genera un aporte significativo en cuanto a la calidad del agua de la laguna, debido a que este uso de suelo se encuentra en menor porcentaje.

Zona pecuaria: este uso de suelo muestra en su mayoría correlaciones positivas con los parámetros de calidad del agua, entre las cuales se presentan relaciones positivas moderadas con temperatura, nitratos, color real, clorofila a y coliformes fecales. A su vez existe una correlación negativa moderada con oxígeno disuelto.

Se presentó una correlación directa moderada entre la temperatura y la zona pecuaria, lo cual indica que los sectores con presencia de ganado tienden a generar aumento en la temperatura del agua, esto a causa de que esta actividad interfiere en el crecimiento de vegetación. Esto se corrobora en un estudio realizado en California por Nusslé et al., (2015) donde se presenta una pradera con cerramiento para ganado, cuya vegetación ribereña era abundante y con mayor densidad dentro del cerramiento (área sin pastoreo) en comparación con el exterior del cerramiento donde había ganado. También se evidenció que esta variación en la cobertura de la vegetación se relaciona con aguas más sombreadas donde el ganado no tenía acceso al arroyo.

Se encontró una correlación positiva moderada entre este uso de suelo y la clorofila a. Según Colen (2018), las concentraciones de clorofila-a en las lagunas del Parque Nacional el Cajas

incrementaron con el aumento de ganado en los alrededores; siendo el lago Culebrillas el que tuvo las más altas concentraciones a causa de la mayor presencia de ganado. En cuanto a los nitratos y coliformes fecales también presentaron una correlación directa, tal como indica el estudio de Schoonover & Graeme (2006) donde establece que los niveles altos de nitratos y coliformes fecales están asociados con la presencia del ganado. A su vez Muñoz et al. (2012) menciona que las principales actividades de las microcuencas en Tlaxcala, México son la agricultura y la ganadería de toros de lidia, indicando que el estiércol depositado por los animales en las áreas de pastoreo es el principal contribuyente de fósforo en el Golfo de México por el Río Mississippi.

El oxígeno disuelto evidenció una correlación inversa con la zona pecuaria. Un estudio realizado por Line (2003) muestra que la escorrentía de los pastos de las vacas puede degradar la calidad de las aguas superficiales. A su vez, se ha notado el aumento de oxígeno disuelto y la reducción de coliformes fecales en aguas superficiales al cercar al ganado. Los parámetros restantes evidencian correlaciones débiles, sin embargo, la presencia de ganado en la zona genera compactación del suelo, lo cual incrementa el aporte de sedimentos en la laguna, influyendo en el aumento de la turbidez y color real del agua. Se puede inferir que este uso de suelo genera un impacto significativo en la calidad del agua.

Pastizal de baja densidad: este uso de suelo evidenció correlaciones negativas y positivas con respecto a los parámetros de calidad del agua, encontrándose relaciones moderadas positivas entre oxígeno disuelto y coliformes fecales; y moderadas negativas con temperatura y dureza total.

Este uso de suelo evidenció una correlación directa con el oxígeno disuelto, debido a que las zonas con pastizal influyen en el incremento de este parámetro. Como se menciona en el estudio de Huang et al. (2013), el aumento en el área de bosques y pastizales disminuye la concentración de fósforo total, nitrógeno total y de sustancias que agotan el oxígeno, a su vez incrementa la concentración de oxígeno disuelto, mejorando la calidad del agua. Por otra parte, en un estudio realizado en Ghana por Tahiru et al. (2020) indica que existió una relación positiva entre coliformes totales y pastizales ($r=0.597$, $P=0.034$). A su vez esta investigación menciona que los pastizales son áreas en donde el pastoreo de animales se desarrolla mejor, lo cual conlleva a una alta presencia de coliformes fecales en la cuenca Nawuni.

Una investigación realizada por Mirzaei et al. (2020) en Irán encontró que la presencia de pastizal redujo la dureza del agua en rangos de 23.32 a 48.84%. De acuerdo con los hallazgos de este estudio, los pastizales ayudan a disminuir el aporte de contaminación. Del mismo modo se evidencia una correlación inversa entre la temperatura y este uso de suelo, indicando

que, si existe una mayor presencia de pastizales la temperatura del agua disminuye. Nusslé et al. (2015) menciona que el agua alrededor de pastizales con ausencia de ganado posee temperaturas bajas en relación con aquella que tiene la presencia de animales. Para los parámetros restantes presentan correlaciones débiles, indicando que los pastizales de baja densidad poseen un impacto mixto en la calidad del agua y ocasiona una degradación de la misma.

4.5 Distribución de las concentraciones de los parámetros de calidad del agua medidos en la laguna San Martín.

En la ilustración 15, en la gráfica (A) se puede observar que la concentración de temperatura se mantuvo en un rango constante, lo cual se demuestra con la baja variación de color a lo largo de la figura, a excepción de los puntos 2 y 3 que indican los valores mínimas y máximas respectivamente. Para la turbidez presentada en la figura (B), se puede observar que el punto 3 posee altas concentraciones en comparación las demás zonas, y a su vez el punto 1 posee mínimas concentraciones. En la gráfica (C) se puede apreciar una diferencia por el color de la figura entre los valores, acercándose a un pH neutro en los puntos 1, 2 y 3 en contraste con los puntos 4, 5 y 6 que presentan valores ligeramente ácidos. En cuanto a los sólidos totales presentados en la figura (D), se puede observar que los puntos 4, 5 y 6 poseen las concentraciones más bajas, alrededor del punto 2 se tienen concentraciones medias, mientras que para el punto 3 se aprecian altos valores.

Para la ilustración 16, la gráfica (E) el oxígeno disuelto muestra variaciones a lo largo de la laguna, indicando que los puntos 2 y 6 presentan las más bajas concentraciones, mientras que los puntos 1, 3, 4 y 5 poseen concentraciones más altas. En la figura (F) se puede apreciar los valores de la DBO_5 , en donde los puntos 2 y 3 poseen elevadas concentraciones en cambio los puntos 1, 4, 5 y 6 los valores más bajos. En cuanto a la variable DQO presentada en la gráfica (G), las concentraciones más bajas se encuentran en los puntos 1, 4, 5 y 6 mientras que los valores altos se evidencian en los puntos 2 y 3. En la figura (H) se presenta la variable nitratos, en donde los colores verdosos de los puntos 3, 4 y 5 muestran concentraciones medias, los puntos 1 y 2 tienen colores rojizos indicando altas concentraciones, y el color azulado del punto 6 evidencia los valores más bajos.

En cuanto a la ilustración 17, la gráfica (I) muestra una coloración rojiza entre los puntos 4, 5 y 6 indicando concentraciones altas de alcalinidad, mientras que los puntos 2 y 3 de coloración azulada poseen concentraciones bajas, y finalmente el punto 1 que posee coloración verdosa evidencia una concentración intermedia. A su vez la figura (J) muestra al parámetro cloruros,

en donde los puntos 1,2,4 y 6 poseen concentraciones intermedias, el punto 3 tiene rangos bajos, mientras que el punto 5 muestra valores altos. Para el color real evidenciado en la gráfica (K), los puntos 1, 2 y 5 presentan las concentraciones más bajas, el punto 4 y 6 indica valores intermedios y el punto 3 muestra altos valores de este parámetro. En la variable conductividad presentada en la figura (L), se puede observar a lo largo bajas concentraciones de este parámetro, a excepción del punto 1 que presenta valores ligeramente altos.

La ilustración 18, gráfica (M) presenta una coloración azulada para el parámetro alcalinidad a lo largo de la laguna entre los puntos 1, 2, 3, 4 y 6 indicando que posee concentraciones bajas, mientras que el punto 5 evidencia altos valores. En cuanto a la figura (N) el parámetro clorofila muestra concentraciones bajas entre los puntos 1, 2 y 4; intermedias entre las zonas 5 y 6; y valores altos en el punto 3. Para los coliformes fecales se puede observar en la gráfica (O) que posee concentraciones bajas en los puntos 3, 4, 5 y 6; la zona 1 tiene valores intermedios, mientras que la concentración es alta para el punto 2. La figura (P) muestra similitud en las concentraciones con la gráfica anterior a excepción del punto 2 que indica concentraciones ligeramente altas de coliformes totales. Para la ilustración 19, la gráfica (Q) muestra concentraciones bajas de fosfatos entre los puntos 4, 5 y 6, intermedias para la zona 1, ligeramente altas para el punto 2 y altas en el punto 3.

Mediante el análisis realizado se puede inferir que la calidad del agua al ingreso de la laguna San Martín no posee un alto nivel de contaminación, sin embargo, existe una influencia por parte del uso de suelo alrededor, la calidad del agua monitoreada en las zonas 2 y 3 muestran una contaminación media alta, mientras que en los puntos 4, 5 y 6 la contaminación del cuerpo hídrico es leve; a su vez en estos últimos puntos se puede notar la existencia de un gran espejo de agua. Finalmente se establece que la calidad del agua en general de la laguna se encuentra en un rango de contaminación media alta.

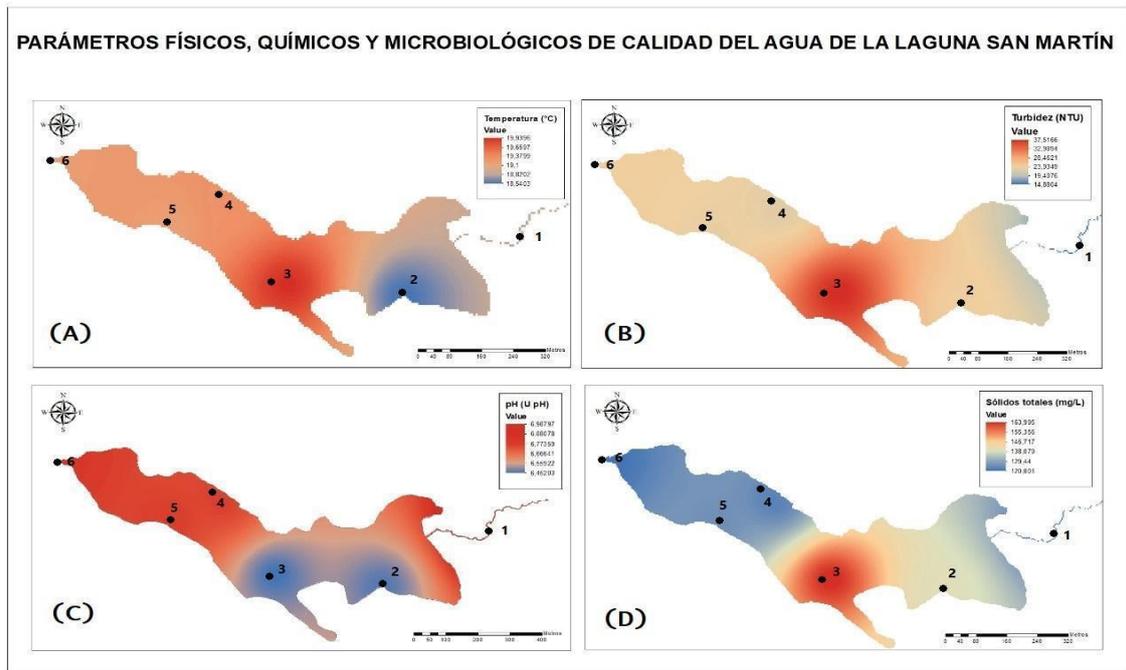


Ilustración 15. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (A) Temperatura, (B) Turbidez, (C) pH, (D) Sólidos totales.

Elaborado por: Autoras, 2022.

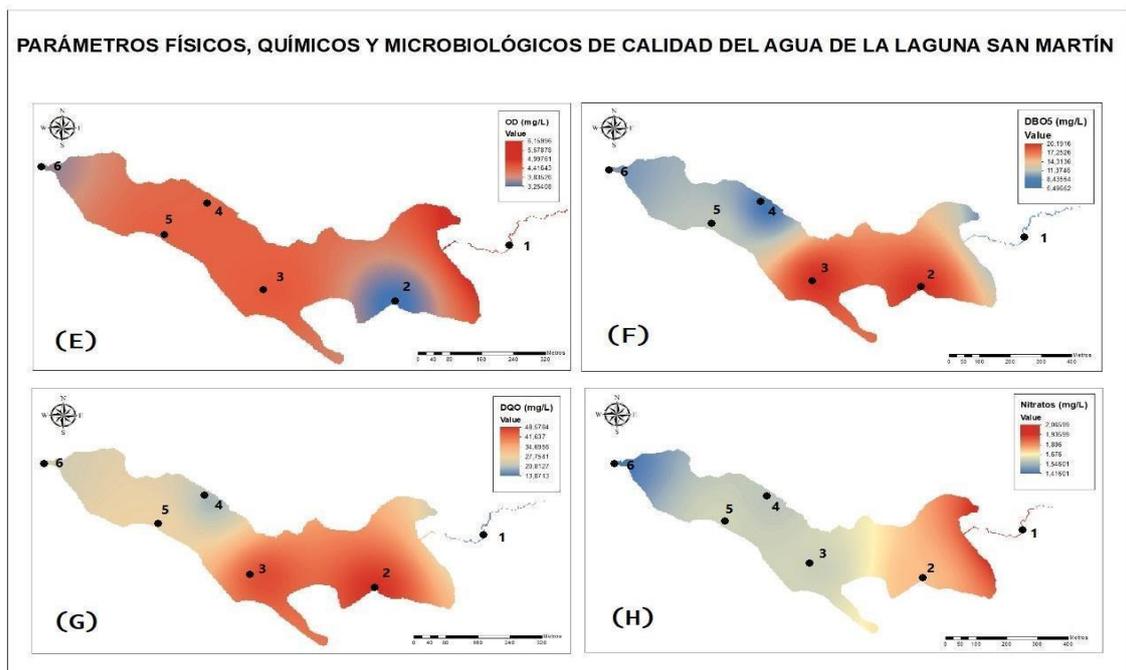


Ilustración 16. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (E) OD, (F) DBO₅, (G) DQO, (H) Nitratos.

Elaborado por: Autoras, 2022.

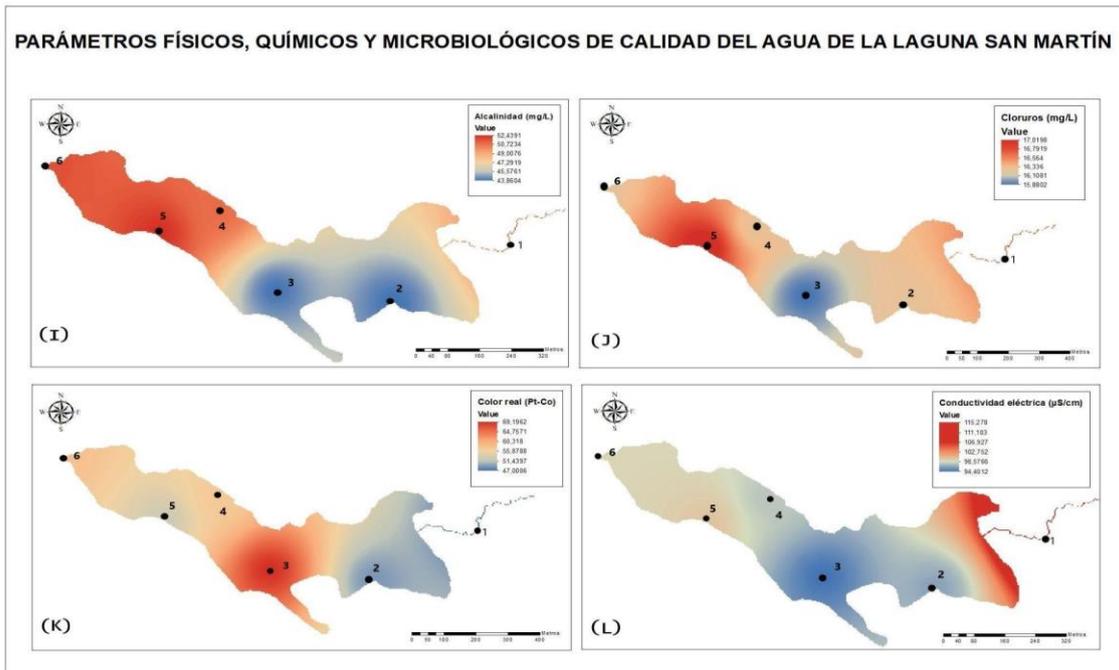


Ilustración 17. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (I) Alcalinidad, (J) Cloruros, (K) Color real, (L) Conductividad eléctrica.

Elaborado por: Autoras, 2022.

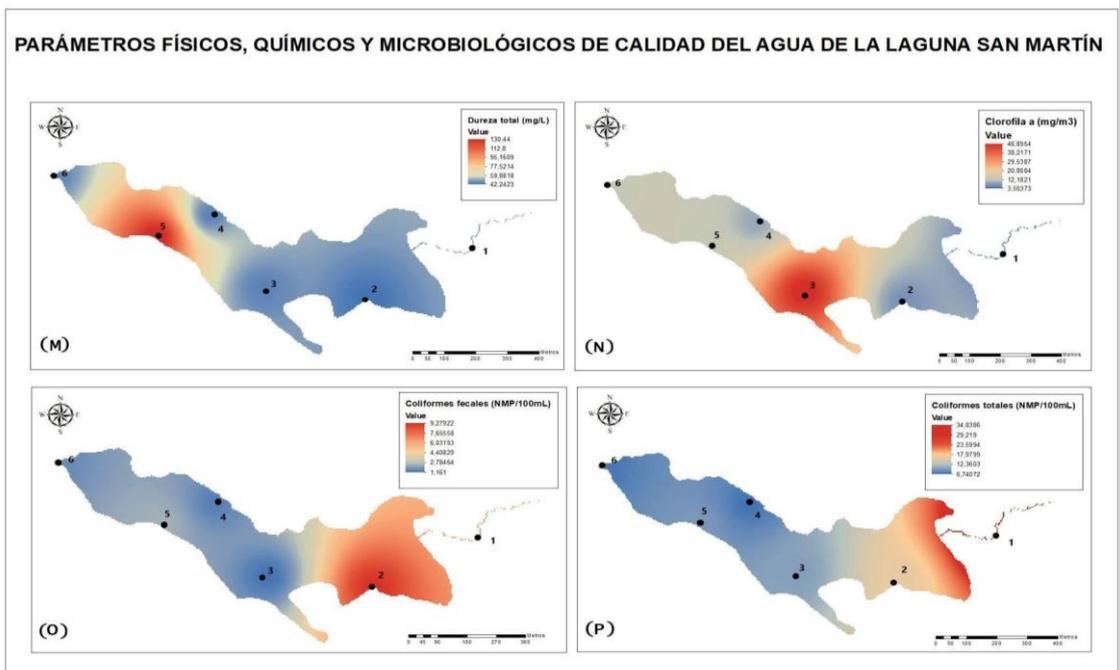


Ilustración 18. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (M) Dureza total, (N) Clorofila a, (O) Coliformes fecales, (P) Coliformes totales.

Elaborado por: Autoras, 2022.

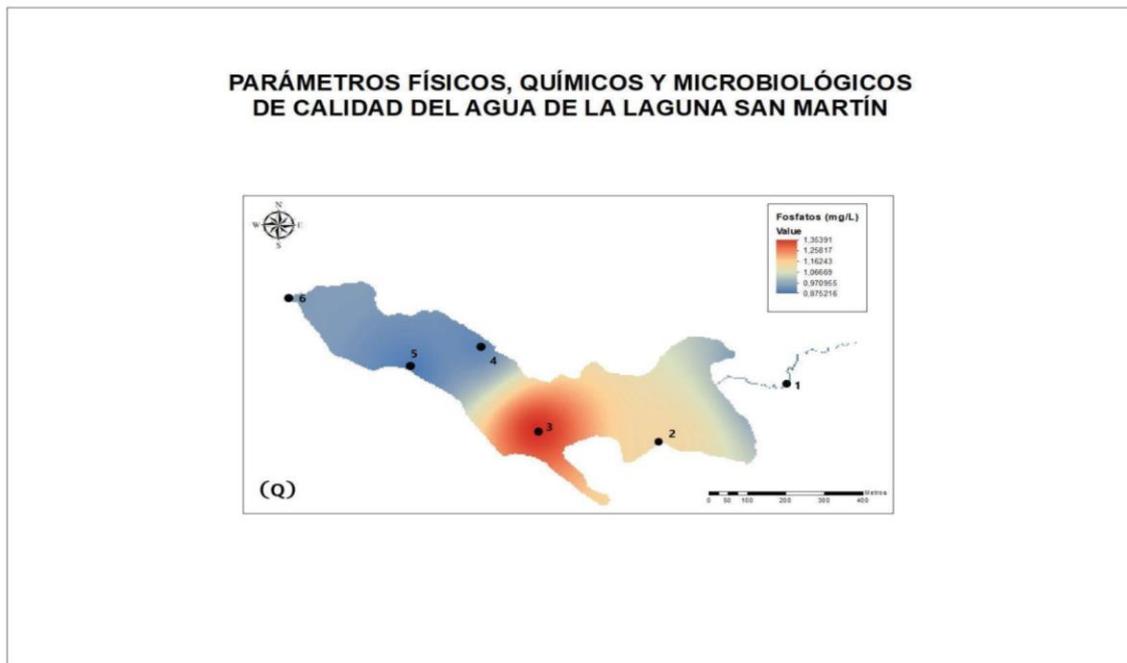


Ilustración 19. Concentración de los parámetros de calidad del agua en la laguna San Martín. (Q) Fosfatos.

Elaborado por: Autoras, 2022.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En la presente investigación se determinó que la calidad del agua de la laguna San Martín se ubica entre media-regular en los puntos 1, 4, 5 y 6 mientras que los puntos 2 y 3 han evidenciado una alta concentración de contaminantes, esto se debe a la influencia del uso de suelo a su alrededor, siendo los predominantes la zona pecuaria y pastizal de baja densidad con un porcentaje en la zona 2 de 34.33% y 31.16%, mientras que la zona 3 posee 54.06% y 24.77% para cada uso de suelo respectivamente, lo cual genera una alteración significativa en el cuerpo hídrico, infiriendo en la baja calidad del agua en estos puntos.
- Se presentó de manera concisa la dinámica ambiental y económica de la parroquia San Gerardo con el fin de evidenciar las actividades que se realizan sin tener un conocimiento adecuado sobre el manejo de recursos naturales, a su vez la falta de fuentes alternativas de ingresos ha provocado que la ganadería sea el soporte económico de las familias alrededor. Asimismo, la presencia del área urbana y el aumento del pastizal de baja densidad han provocado una alteración negativa en la laguna, lo cual se evidencia en los resultados de los análisis teniéndose correlaciones directas con contaminantes como dureza total, coliformes fecales y totales. Entre los distintos usos y coberturas de suelo, aquel que produjo mayores efectos negativos fue la zona pecuaria ya que se encontró en mayor porcentaje de acuerdo con lo expuesto en el análisis de imágenes satelitales.
- De acuerdo con los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se ha logrado establecer la condición en la que se encuentra el cuerpo de agua. Según la normativa ambiental vigente, en cuanto a los criterios de calidad del agua para riego agrícola el parámetro que no cumplió fue el oxígeno disuelto. Para las normativas de criterios de calidad de agua para riego y criterios de calidad de agua para uso pecuario los parámetros cumplen con los niveles establecidos. En cuanto a la normativa de criterios de calidad de aguas para fines recreativos, el oxígeno disuelto no cumple para los meses de octubre, noviembre, febrero y mayo. Con el análisis realizado en base a la normativa nacional vigente, el mejor uso que se puede brindar al agua de la laguna es en el ámbito recreativo, específicamente para deportes náuticos, y a su vez se la puede continuar utilizando en el sector pecuario, siempre y cuando se tenga una ubicación adecuada del ganado.

- Mediante el análisis estadístico se evidenció que las zonas de muestreo no contribuyeron a la calidad del agua de la laguna, esto ya que no se apreciaron diferencias significativas en el conjunto de datos de los parámetros más representativos. Sin embargo, los resultados evidenciaron que si existe una variación en el mes de monitoreo, lo cual indica que el estudio demostró la existencia de algunas diferencias debido a la estacionalidad como la época de verano e invierno.
- Se determinaron las distintas relaciones entre parámetros de calidad del agua, destacando las correlaciones fuertes positivas entre DBO_5 y DQO con un valor de 0.988 y cloruros con fosfatos de 0.953. Tal como lo expuesto por varios autores, los elevados valores de fosfatos y cloruros se debe a residuos humanos y animales alrededor de los cuerpos hídricos. Asimismo, se encontró la relación entre DBO_5 y DQO que explica la biodegradabilidad de la materia presente en el cuerpo hídrico. A su vez se presentaron distintas relaciones tanto positivas como negativas, tanto moderadas como débiles, las cuales pudieron ser explicadas adecuadamente en esta investigación.
- La asociación entre los usos y coberturas de suelo con la calidad del agua en la laguna San Martín evidenció que la vegetación arbustiva - herbácea se correlacionó negativamente con la mayoría de los parámetros de calidad del agua, mientras que el uso pecuario presentó correlaciones importantes con temperatura, nitratos, clorofila a, coliformes fecales y oxígeno disuelto. En cuanto a la zona poblada, al encontrarse en menor porcentaje no representa un impacto significativo sobre la calidad del agua, por otra parte, la categoría de pastizal de baja densidad presentó efectos mixtos, es decir es un suelo que ayuda a tener un incremento de la concentración de oxígeno disuelto, mientras que a su vez muestra efectos negativos en la temperatura a causa de la presencia de animales de pastoreo.
- Se estableció que los usos de suelo naturales o las áreas intervenidas por el hombre generan un impacto sobre la calidad del agua, esto se corroboró mediante la aplicación de análisis estadísticos. Dentro del estudio se pudo constatar que el parámetro mayormente alterado es el oxígeno disuelto cuyos resultados muestran que la zona pecuaria y poblada contribuyen en su disminución, a su vez los coliformes fecales tienen importancia en la calidad hídrica cuya presencia está relacionada con la zona arbustiva, pecuaria y pastizal de baja densidad, lo cual evidencia un aporte de contaminantes al recurso natural.

- Los resultados obtenidos mediante análisis estadísticos para determinar la calidad del agua influenciada por el uso y cobertura de suelo establecieron que estas variables están relacionadas, asimismo posibilitaron generar un diagnóstico ambiental en el área de estudio, que puede ser replicado en otros cuerpos hídricos con características similares. Esta investigación ha permitido obtener información valiosa tanto para la gestión apropiada de ecosistemas hídricos y del manejo sostenible del suelo, así como para brindar apoyo en la toma de decisiones entre los actores involucrados y la autoridad pertinente para la conservación de la laguna. Este análisis sirve para que el Gobierno Provincial del Azuay y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Girón puedan gestionar adecuadamente el ecosistema, pudiendo en un futuro tener un uso recreacional o turístico de este cuerpo hídrico.

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere que las posteriores investigaciones respecto al análisis de calidad del agua tengan un enfoque específico en cuanto al uso sostenible de cuerpos hídricos en zonas rurales, haciendo énfasis en lagos y lagunas debido a la importancia social, económica y ambiental que estos recursos representan. Debido a que algunas zonas actualmente son utilizadas de acuerdo con las necesidades económicas del lugar sin considerar las afecciones que se ocasionan en los ecosistemas, se convierten en receptores de contaminantes, produciendo un estrés hídrico, llegando a afectar tanto a la población como a los servicios ecosistémicos que esta provee.
- Es importante mencionar diferentes tipos de herramientas investigativas que permitan obtener otro tipo de información útil y que pueda servir para complementar a la investigación realizada, como por ejemplo la aplicación del índice de calidad de Bosque de Riberas QBR para la evaluación de vegetación ribereña, el Índice de Conservación Actual e Índice de Conservación Natural los cuales permiten controlar la utilización del espacio en cuencas hidrográficas. También se puede añadir otros métodos estadísticos como la regresión de Poisson que permite modelar recuentos.
- Asimismo, se recomienda que a futuro los presentes análisis sean utilizados para realizar estudios eco toxicológicos mediante el estudio de bioindicadores presentes en el cuerpo hídrico, con énfasis en los impactos en la cadena trófica del lugar, y en la bioacumulación de contaminantes. Esto ya que los productos obtenidos de la actividad ganadera pueden producir afecciones en la salud a los consumidores de los mismos.

- A su vez, los resultados de este estudio pueden ser considerados para la aplicación de políticas de gestión para tener actividades ganaderas no invasivas con el medio ambiente, la construcción de infraestructuras donde se pueda concentrar estas labores, la educación a los habitantes en el manejo adecuado de los animales. Asimismo, se podría brindar otras alternativas económicas menos perjudiciales, como la creación de espacios que fomenten el turismo en la zona, ya que posee gran potencial ecosistémico y paisajístico. Igualmente se sugiere a futuro una recuperación de todo el cuerpo hídrico fomentando un aprovechamiento sostenible de los recursos por parte de los moradores.
- De igual forma, sería adecuado llevar a cabo distintos análisis del estado del suelo circundante al área de estudio ya que se ha evidenciado que la ganadería puede producir compactación y erosión del suelo, lo cual facilita el arrastre y transporte de contaminantes hacia la laguna debido a la escorrentía, pudiendo ocasionar alteraciones en la calidad del agua. Igualmente, esto puede contribuir a un uso adecuado del suelo, promoviendo la seguridad alimentaria al tener productos de mejor calidad derivados de este recurso.
- A su vez, se recomienda que el análisis de los datos se realice en menos de 24 horas, esto ya que ciertos parámetros pueden llegar a variar con el transcurso del tiempo, pudiéndose tener la alteración de resultados. Asimismo, se sugiere que la toma de ciertos parámetros se realice in situ, para brindar mayor confiabilidad en cuanto al estado del cuerpo hídrico, como temperatura, oxígeno disuelto y pH.
- También se recomienda considerar el área de influencia elaborada en el presente estudio, ya que establece una distancia pertinente en donde no se debería realizar actividad pecuaria, buscando que el ganado no ingrese de manera directa al recurso hídrico, con el fin de disminuir el nivel de contaminación generado por parte de este uso de suelo. Para ello también se recomienda la construcción de cercas de ganado y el monitoreo de los animales. La presente investigación brinda un aporte valioso sobre el estado de la laguna y los datos recopilados permiten tener información que puede ser tomada en cuenta en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial cantonal de Girón conteniendo al plan de uso y gestión del suelo rural ya que complementa información fundamental sobre el uso de suelo alrededor de la laguna en los últimos años y ha permitido actualizar el estado de los contaminantes en la laguna.

- Este estudio brindó un aporte técnico significativo para que se tome en consideración los efectos negativos que produce la presencia de ganado alrededor de cuerpos hídricos. Por ello se debe poner en prioridad la ampliación de la zona natural en el lugar, así como la gestión adecuada de la zona pecuaria y la búsqueda de fuentes económicas alternativas a la ganadería. Asimismo, la aplicación de sistemas de información geográfica ha permitido conocer las zonas mayormente afectadas para que la autoridad pertinente las priorice en programas de prevención o restauración de ecosistemas alterados.

Referencias bibliográficas:

- Aguilar, A., Guzmán, P., Villanueva, S., & Vásquez, A. (2006). *La contaminación del agua como una externalidad para la producción pesquera y acuícola* (1ª edición). [http://201.147.98.65/files/b/8/81Pesca acuicultura e investigación en México - ligas.pdf#page=108](http://201.147.98.65/files/b/8/81Pesca%20acuicultura%20e%20investigaci%20n%20en%20M%20xico%20-%20ligas.pdf#page=108)
- Aguilar, A., & Pérez, R. (2007). La contaminación agrícola del agua en México: retos y perspectivas. *Redalyc*, 39(153).
- Aishah, N., & Syed, S. (2014). The selection criteria in determining the robustness of t - test. *AIP Conference Proceedings*, 1602, 1112–1117. <https://doi.org/10.1063/1.4882623>
- Alfaro, M., & Salazar, F. (2005). Ganadería y Contaminación Difusa, Implicancias para el Sur de Chile. *Agricultura Técnica*, 65(3).
- Ali, I., Cawkwell, F., Dwyer, E., Barrett, B., & Green, S. (2016). Satellite remote sensing of grasslands: from observation to management—a review. *Journal of Plant Ecology*, 9(6), 649–671.
- Ali, M., Gani, K., & Chakrapani, G. (2015). Assessment of surface water quality and its spatial variation. A case study of Ramganga River, Ganga Basin, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 9, 1–9. <https://doi.org/DOI:10.1007/s12517-015-2134-7>
- Alonso, M. (1998). LAS LAGUNAS DE LA ESPAÑA PENINSULAR. In *Limnetica* (Vol. 5). <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-15-1-p-1.pdf>
- Almeida, A., Elian, S., & Nobre, J. (2008). Modificações e alternativas aos testes de Levene e de Brown e Forsythe para igualdade de variâncias e médias. *Revista Colombiana de Estadística*, 31(2), 241–260. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-17512008000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- ALSECU. S.A. (2022). Métodos de análisis de parámetros. Laboratorio ALS ECUADOR.
- Amimi, T., Elbelrhiti, K., Adnani, M., Elbelrhiti, H., Chao, J., & Oubbih, J. (2021). Soil map of Khnifiss lagoon and its surrounding environment. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(6). <https://doi.org/10.1007/S12517-021-06932-8>

- Anny, F., Kabir, M., & Bodrud, M. (2017). Assessment of surface water pollution in urban and industrial areas of Savar Upazila, Bangladesh. *Spring*, 3(2), 243–259. <https://doi.org/10.7508/pj.2017.02>
- Armstrong, R. A., Eperjesi, F., & Gilmartin, B. (2002). The application of analysis of variance (ANOVA) to different experimental designs in optometry. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22(3), 248–256. <https://doi.org/10.1046/J.1475-1313.2002.00020.X>
- Apau, J., Appiah, S., & Marmon, M. (2012). ASSESSMENT OF WATER QUALITY PARAMETERS OF KPESHI LAGOON OF GHANA. *Journal of Science and Technology*, 32(1), 22–31. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4314/just.v32i1.4>
- Araya, F., & Fernández, A. (2011). *Análisis del estado de la vegetación ribereña de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca, Heredia, Costa Rica mediante la aplicación de los Índices Calidad del Bosque de Riberas (QBR) y Calidad del Bosque de Riberas modificado (QBRm)*. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18367>
- Atara, A. (2015). *Estudio de factores asociados al análisis de parámetros fisicoquímicos para fuentes de agua superficial en el laboratorio Antek S.A.S.* <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1933>
- Baque, R., Simba, L., González, B., Suatunce, P., Díaz, E., & Cadme, L. (2016). Plúas, A. (2019). DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y *Escherichia coli* EN EL ESTUARIO CHULLUYPE DEL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA [UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39709/1/TESIS_PLÚAS_2019.pdf. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 109–117.
- Barbooti, M., Ibrahim, N., & Alwan, A. (2017). Design of experiments for the optimization of biochemical treatment of tannery wastewater. *Journal of Bacteriology & Mycology: Open Access*, 5(4), 328-333. <https://doi.org/10.15406/JBMOA.2017.05.00141>
- Batbayar, G., Pfeiffer, M., Kappas, M., & Karthe, D. (2018). Development and application of GIS-based assessment of land-use impacts on water quality: A case study of the Kharaa River Basin. *Ambio*, 48.

- Bhateria, R., & Jain, D. (2016). Water quality assessment of lake water: a review. *Sustain. Water Resour. Manag*, 2, 161–173. <https://doi.org/DOI 10.1007/s40899-015-0014-7>
- Bohórquez, N., Hernández, C., Amaya, C., & Rodríguez, C. (2021). EFFECT OF BIODEGRADABLE DETERGENTS ON WATER QUALITY. *NVEO - NATURAL VOLATILES & ESSENTIAL OILS Journal NVEO*, 8(5), 12080–12095. <https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/3474>
- Bu, H., Meng, W., Zhang, Y., & Wan, J. (2014). Relationships between land use patterns and water quality in the Taizi River basin, China. *ScienceDirect*, 41, 187–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.003>
- Brandt, M. J., Johnson, K. M., Elphinston, A. J., & Ratnayaka, D. D. (2017). Chemistry, Microbiology and Biology of Water. *Twort's Water Supply*, 235–321. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100025-0.00007-7>
- Broidioi, S., & Nyssen, J. (2010). *Land use and cover changes in three small catchments in Ethiopia, with special focus on the impacts for soil fertility*. Ghent University
- Brown, P., Wurtsbaugh, W., & Nydick, K. (2008). Lakes and Forests as Determinants of Downstream Nutrient Concentrations in Small Mountain Watersheds. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research, An Interdisciplinary Journal*, 40(3), 462-469. DOI: 10.1657/1523-0430(07-052)[BROWN]2.0.CO;2
- Cachipiendo, C., Castillo, P., Cucurella, L., Sánchez, R., Negrete, J., Ortiz, P., Paucar, Á., Uribe, S., & Villacís, M. (2021). *AGUA PARA LA GENTE. Experiencias de gestión comunitaria del agua en el Ecuador* (1ª edición). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20359/4/Agua para la gente.pdf#page=86>
- Cerqueira, J., Araujo, V., & Nunes, V. (2013). *DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE LANÇAMENTO DE CLORETO PROVENIENTE DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE)*.
- Colen, W., Mosquera, P., Hampel, H., & Muylaert, K. (2018). Link between cattle and the trophic status of tropical high mountain lakes in páramo grasslands in Ecuador. *Wiley, Lakes & Reserv*, 1–9. <https://doi.org/DOI: 10.1111/lre.12237>

- Copernicus. (2021). Copernicus Open Access Hub. <https://scihub.copernicus.eu/>
- Chiang, L.-C., Wang, Y.-C., Chen, Y.-K., & Liao, C.-J. (2021). Quantification of land use/land cover impacts on stream water quality across Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128443. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128443>
- Chicava, M., Da Silva, A., De Jesus, T., & De Oliveira, L. (2022). ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DAS LAGOAS GRANDE E SALGADA EM FEIRA DE SANTANA-BA. *Caderno Prudentino de Geografia*, 1(44), 162–193. <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/8117>
- Dagnino, J. Análisis de Varianza. (2014). *Revista Chilena de Anestesiología*, 43: 306-310
- Dev, S., Mishra, K., Kumar, N., & Mishra, P. (2015). Assessing Physico-Chemical Parameters of Potable Water in Dhankuta Municipality of Nepal. *Science Journal of Analytical Chemistry*, 3, 17-21.
- Ding, J., Jiang, Y., Fu, L., Liu, Q., Peng, Q., & Kang, M. (2015). Impacts of Land Use on Surface Water Quality in a Subtropical River Basin: A Case Study of the Dongjiang River Basin, Southeastern China. *Water* 2015, 7(8), 4427–4445. <https://doi.org/10.3390/W7084427>
- Dohare, D., Deshpande, S. & Kotiya, A. (2014). Analysis of Ground Water Quality Parameters: A Review. *Research Journal of Engineering Sciences*, 3(5), pp. 26-31 <http://www.isca.in/IJES/Archive/v3/i5/3.ISCA-RJEngS-2014-24.pdf>
- Dwight, R., Semenza, J., Baker, D., & Olson, B. (2002). Association of Urban Runoff with Coastal Water Quality in Orange County, California. *Water Environment Research*, 74(1), 82–90. <https://doi.org/10.2175/106143002X139776>
- Egoavil, J. (2014). *Monitoreo parcial de calidad de agua por actividad minera de la Empresa Explotadora de Vinchos Ltda. s.a.c en La Laguna Mancancoto*. https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/informe_de_practicas_pre_profesionales.pdf
- Environment and Climate Change Canada. (2021). *LAND-USE CHANGE CANADIAN ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY INDICATORS*. Public Inquiries Centre.

www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/environmental-indicators/land-usechange.html

Escobar, S., Albuja, A., & Andueza, F. (2021). Calidad fisicoquímica del agua de la Laguna Colta. Chimborazo, Ecuador. *Figempa Investigación y Desarrollo*, 1(1), 76–81. <https://doi.org/doi: 10.29166/revfig.v1i1i1.3135>

FAO. (1994). *Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas*. <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s00.htm#TopOfPage>

FAO. (2012). *EL ESTADO DE LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS DEL MUNDO PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO) y Ediciones Mundi-Prensa. <https://www.fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf>

FAO. (2018). *Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta*. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>

Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*, 11(3), 147–170.

Flores, C., & Flores, K. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov. *Societas. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas*, 23(2). <https://revistas.up.ac.pa/index.php/societas>

Fonji, S. F., & Taff, G. N. (2014). Using satellite data to monitor land-use land-cover change in North-eastern Latvia. *SpringerPlus*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-61/TABLES/4>

Gorde, S., & Jadhav, M. (2013). Assessment of Water Quality Parameters: A Review. *Journal of Engineering Research and Applications Wwww.Ijera.Com*, 3, 2029. www.ijera.com

GAD de Girón. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Girón 2014 – 2023*. https://www.giron.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/PDOT_GAD-Municipal-Giron.pdf

GAD de San Gerardo. (2019). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN GERARDO DEL*

CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY 2019 -2023.
<https://sangerardo.gob.ec/azuay/wp-content/uploads/2022/01/PDyOT-SAN-GERARDO.pdf>

Gaddis, M. (1998). Statistical methodology: IV. Analysis of variance, analysis of covariance, and multivariate analysis of variance. *Academic Emergency Medicine*, 5(3), 258–265. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.1998.tb02624.x>

Gagliardi, J., & Karns, J. (2002). Persistence of Escherichia coli O157:H7 in Soil and on plant roots. *Environmental Microbiology*, 4(2), 89–96. <https://doi.org/10.1046/J.1462-2920.2002.00273.X>

García, M. (2009). *La hidrosfera. El ciclo del agua. La contaminación del agua. Métodos de análisis y depuración. El problema de la escasez del agua. Cenoposiciones.* https://www.researchgate.net/publication/263925744_La_hidrosfera_El_ciclo_del_agua_La_contaminacion_del_agua_Metodos_de_analisis_y_depuracion_El_problema_de_la_escasez_del_agua

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), 486–489. <https://doi.org/10.5812/IJEM.3505>

Gorgoglione, A., Gregorio, J., Ríos, A., Alonso, J., Chreties, C., & Fossati, M. (2020). Influence of Land Use/Land Cover on Surface-Water Quality of Santa Lucía River, Uruguay. *Sustainability* 2020, 12.

Grochowska, J. (2020). Assessment of water buffer capacity of two morphometrically different, Degraded, Urban lakes. *Water (Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/W12051512>

Guamán, O. (2015). *PLAN DE MANEJO PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y MANTENIMIENTO DE LA LAGUNA SAN MARTÍN, PARROQUIA SAN GERARDO, CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY.*

Haque, A., Sayed, A., & Sultana, P. (2018). Assessment of physicochemical and bacteriological parameters in surface water of Padma River, Bangladesh. *Applied Water Science*, 9(1). <https://doi.org/DOI:10.1007/s13201-018-0885-5>

- Hernández, J., Peñalza, M., Espinosa, J., & Rodríguez, J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *ResearchGate*, 37(5), 588–595.
- Hilton, A., & Armstrong, R. (2006). Statnote 6: post-hoc ANOVA tests. *ResearchGate*, 34–36. https://www.researchgate.net/publication/46284798_Statnote_6_post-hoc_ANOVA_tests
- Hu, Z., & Grasso, D. (2005). WATER ANALYSIS | Chemical Oxygen Demand. *Elseiver Ltd. All Right Reserved.*, 325–330. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00663-4>
- Hua, A. (2017). Land Use Land Cover Changes in Detection of Water Quality: A Study Based on Remote Sensing and Multivariate Statistics. *Journal of Environmental and Public Health*, 12.
- Huang, J., Zhan, J., Yan, H., Wu, F., & Deng, X. (2013). Evaluation of the impacts of land use on water quality: A case study in the Chaohu lake basin. *The Scientific World Journal*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/329187>
- Huang, W., Mao, J., Zhu, D., & Lin, C. (2020). Impacts of Land Use and Land Cover on Water Quality at Multiple Buffer-Zone Scales in a Lakeside City. *Water 2020*, Vol. 12, Page 47, 12(1), 47. <https://doi.org/10.3390/W12010047>
- IGM. (2021). Instituto Geografico Militar. <http://www.geograficomilitar.gob.ec/>
- Indu, A., & Raveesh, C. (2015). A STUDY ON PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS AND CORRELATION ANALYSIS OF SURFACE WATER OF NAWABGANJ LAKE. *International Journal of Current Research*, 7(08), 19548–19554.
- INEN 2169. (2013). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.* <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACIÓN-DE-MUESTRAS.pdf?x42051>
- Irfan, S. (2020). Statistical Analysis of Physico-Chemical Parameters. *International Research Journal on Advanced Science Hub (IRJASH)*, 2, 118–122.

- Kazerouni, A. (2009). Design and Analysis of Gauge R & R Studies : Making Decisions Based on ANOVA Method. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 28. <https://www.researchgate.net/publication/242592292>
- Kikuda, R., Pereira, R., Rodrigues, A., De Paula Silva, J., Pereira, A., Rodrigues, K., Nascimento, P., Sérgio, P., Goncalves, J., Carnerio, L., & De Jesus Pires, D. (2022). Evaluation of Water Quality of Burity Lake. *Water*, 14(9), 1414. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w14091414>
- Kumar, M., & Kumar, R. (2012). Assessment of Physico-chemical Properties of Ground Water in Granite Mining Areas in Jhansi, U.P. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 1(7).
- Lee, J., Lee, S., Yu, S., & Doughee, R. (2015). Relationships between water quality parameters in rivers and lakes: BOD5, COD, NBOPs, and TOC. *Environ Monit Assess*, 188:252. <https://doi.org/DOI 10.1007/s10661-016-5251-1>
- Li, Y., Liu, K., Li, L., & Xu, Z. (2012). Relationship of land use/cover on water quality in the Liao River basin, China. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1484–1493. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2012.01.140>
- Lindig, R., & Zambrano, L. (2007). *Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos*.
- Line, D. (2003). CHANGES IN A STREAM'S PHYSICAL AND BIOLOGICAL CONDITIONS FOLLOWING LIVESTOCK EXCLUSION. *American Society of Agricultural Engineers*, 46(2), 287–293.
- López, M. (2019). "CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DE COLTA DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR" [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29298/2/TESISMAYRALOPEZ 20190121.pdf>
- Lu, J., Cai, H., Zhang, X., Lu, J., Cai, H., & Fu, Y. (2021). Water quality in relation to land use in the Junshan Lake watershed and water quality predictions. *Water Supply*, 21(7), 3602–3613. <https://doi.org/10.2166/WS.2021.123>

- McKight, P. E., & Najab, J. (2010). Kruskal-Wallis Test. *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.CORPSY0491>
- Medeiros, R., Pinto, A., & Estigarribia, A. (2018). USO, COBERTURA E MANEJO DA TERRA E SUA INFLUÊNCIA NA VELOCIDADE, VAZÃO E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS. *REVISTA GEOGRÁFICA ACADÊMICA*, 12(2), 37–54. <https://revista.ufr.br/rga/article/view/5111>
- Mirzaei, M., Jafari, A., Gholamalifard, M., Azadi, H., Shoostari, S., Movahhed, S., Gebrehiwot, K., & Witlox, F. (2020). Mitigating environmental risks: Modeling the interaction of water quality parameters and land use cover. *Land Use Policy*, 95. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2018.12.014>
- Molanes, E. (2022). *Diseño de experimentos: ANOVA*. https://www.academia.edu/10749042/Diseño_de_experimentos_ANOVA
- Mondragón, M. (2014). USO DE LA CORRELACIÓN DE SPEARMAN EN UN ESTUDIO DE INTERVENCIÓN EN FISIOTERAPIA. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–104. <https://doi.org/10.33881/2011-7191.MCT.08111>
- Montoya, C., Loaiza, D., Torres, P., Cruz, C., & Escobar, J. (2013). EFECTO DEL INCREMENTO EN LA TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA SOBRE LA EFICIENCIA DE PROCESOS CONVENCIONALES DE POTABILIZACIÓN (EFFECT OF INCREASE OF RAW WATER TURBIDITY ON EFFICIENCY OF CONVENTIONAL DRINKING WATER TREATMENT PROCESSES). *Revista EIA*, 8(16), 137–148. <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- Moslenko, L., Blagrove, K., Filazzola, A., Shuvo, A., & Sharma, S. (2020). Identifying the Influence of Land Cover and Human Population on Chlorophyll a Concentrations Using a Pseudo-Watershed Analytical Framework. *Water* 2020, 12(11), 3215. <https://doi.org/10.3390/W12113215>
- Muñoz, H., Suárez, J., Vera, A., Orozco, S., Batlle, J., De, A., Ortiz, J., & Mendiola, J. (2012). Demanda bioquímica de oxígeno y población en la subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 27–38. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Nsoh, D., & Haruna, E. (2021). Variation of water quality parameters and correlation among them and fish catch per unit effort of the Tono Reservoir in Northern Ghana. *Journal of Freshwater Ecology*, 36(1), 253–269. <https://doi.org/10.1080/02705060.2021.1969295>
- Nusslé, S., Matthews, K., & Carlson, S. (2015). Mediating Water Temperature Increases Due to Livestock and Global Change in High Elevation Meadow Streams of the Golden Trout Wilderness. *PLoS ONE*, 10(11). <https://doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0142426>
- Ospina, O., García, G., Gordillo, J., & Tovar, K. (2016). Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia). *Ingeniería Solidaria*, 12(19), 19-36. <https://doi.org/10.16925/in.v12i19.1191>
- Pal, S., & Chakraborty, K. (2017). Different Aspects of Chloride In Freshwater: A Review. *International Journal of Current Trends in Science and Technology*, 7(8), 20295–20303.
- Pham, S. (2014). Research on the Correlation Between Chlorophyll-a and Organic Matter BOD, COD, Phosphorus, and Total Nitrogen in Stagnant Lake Basins. In N. Kaneko et al. (eds.), *Sustainable Living with Environmental Risks* (Ed.), *In book: Sustainable Living with Environmental Risks* (pp. 177–1191).
- Pilco, D. (2017). "INFLUENCIA DE LOS NUTRIENTES EN LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA EN LA LAGUNA VALLE HERMOSO DEL CANTÓN GUANO" [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]. <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/7032/1/236T0279.pdf>
- Plúas, A. (2019). *DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y Escherichia coli EN EL ESTUARIO CHULLUYE DEL CANTÓN SANTA ELENA PROVINCIA DE SANTA ELENA* [UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39709/1/TESIS PLÚAS 2019.pdf>
- Prasad, B., Srinivasu, P., Sarada, P., Raman, A., & Ray, S. (2014). Dynamics of Dissolved Oxygen in relation to Saturation and Health of an Aquatic Body: A Case for Chilka Lagoon, India. *Journal of Ecosystems*, 2014, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2014/526245>

- Ramírez, L., & Domínguez, M. (2008). *DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DE MUESTRAS ACUOSAS (a) MÉTODO ALTERNATIVO (b) TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS POR EL MÉTODO TRADICIONAL DE REFLUJO ABIERTO Y POR EL MÉTODO ALTERNATIVO* (3ra edición). http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/redica/resources/LocalContent/127/2/Libro DQO 2008.pdf
- Ramos, J., & Miranda, T. (2019). *RELAÇÃO SÓLIDOS/TURBIDEZ NO RIO GRANDE VERMELHO - MT: AFLUENTE DO RIO PARAGUAI NA CABECEIRA DO PANTANAL*. *Embrapa Informática Agropecuária/INPE*, 200–209. <https://doi.org/10.22533/AT.ED.22719290315>
- Restrepo, L., & González, J. (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 183–192. <https://doi.org/10.17533/UDEA.RCCP>
- Roy, M., Shamim, F., & Chatterjee, S. (2021) Evaluation of Physicochemical and Biological Parameters on the Water Quality of Shilabati River, West Bengal, India, *Water Science*, 35:1, 71-81, DOI: 10.1080/23570008.2021.1928902
- Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2014). *Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011*. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 22. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i11.1605>
- Sandoval, J. (2009). *Gestión ambiental del agua en Colombia: Instituciones y debates contemporáneos*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Seo, M., Lee, H., & Kim, Y. (2019). Relationship between Coliform Bacteria and Water Quality Factors at Weir Stations in the Nakdong River, South Korea. *Water*, 11(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w11061171>
- Schoonover, J., & Graeme, B. (2006). Land cover impacts on stream nutrients and fecal coliform in the lower Piedmont of West Georgia. *Journal of Hydrology*, 331(3–4), 371–382. <https://doi.org/doi:10.1016/j.jhydrol.2006.05.031>
- Sharma, V., Kumar, Y., & Kumar, A. (2016). Assessment of Physico Chemical Parameters for Analysing Water: A Review. *J. Biol. Chem. Chron*, 2(1), 25–33.
- Shroff, P., Vashi, R., Champaneri, V., & Patel, K. (2015). Correlation study among water quality parameters of groundwater of Valsad district of south Gujarat (India). *Journal*

- of Fundamental and Applied Sciences*, 7(3), 340–349.
<https://doi.org/10.4314/JFAS.V7I3.3>
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua evaluación y diagnóstico* (L. López (ed.); 1ª edición).
https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=2fAYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=+calidad+del+agua&ots=cdZLRq1H6m&sig=LjdeCcumr5LfqYUSiCreocA3nbQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true
- Sierra, J. (2020). *Paquete estadístico SPSS, Prueba Shapiro-Wilk*.
https://www.academia.edu/47487169/_Paquete_estadístico_SPSS_Prueba_Shapiro_Wilk
- Suárez, M. (2011). *Coeficiente de correlación de Karl Pearson*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/766>
- Summers, K. (2020). Water Quality - Science, Assessments and Policy. *Water Quality - Science, Assessments and Policy*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.77531>
- Tahiru, A., Doke, D., & Baatuuwie, B. (2020). Effect of land use and land cover changes on water quality in the Nawuni Catchment of the White Volta Basin, Northern Region, Ghana. *Applied Water Science*, 10(0).
- Terneus, E. (2014). *Vegetación acuática y estado trófico de las lagunas andinas del San Pablo y Yahuarcocha, provincia de Imbabura, Ecuador*. <http://www.uide.edu.ec/wp-content/uploads/investigacion/publicaciones/produccion-cientifica/9-vegetacion-acuatica-estado-trofico-lagunas-andinas-san-pablo-yahuarcocha-imbabura.pdf>
- Thirumalini, S., & Kurian, J. (2009). Correlation between electrical conductivity and total dissolved solids in natural waters. *Malaysian Journal of Science*, 28(1), 55–61.
<https://doi.org/10.22452/MJS.VOL28NO1.7>
- Tisalema, A. (2019). CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DE YAMBO DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30324>
- TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1. (2015). ANEXO1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>

- Umwali, E. D., Kurban, A., Isabwe, A., Mind'je, R., Azadi, H., Guo, Z., Udahogora, M., Nyirarwasa, A., Umuhoza, J., Nzabarinda, V., Gasirabo, A., & Sabirhazi, G. (2021). Spatio-seasonal variation of water quality influenced by land use and land cover in Lake Muhazi. *Scientific Reports* 2021 11:1, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96633-9>
- United States Environmental Protection Agency. (2002). *What are the trends in land use and their effects on human health and the environment?*. <https://www.epa.gov/report-environment/land-use>
- USAID. (2006). *SATELLITE IMAGERY BASIC INFORMATION, AVAILABILITY, CHARACTERISTICS AND HOW TO PURCHASE IT*. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadm111.pdf
- USGS. (2018). *Dissolved Oxygen and Water*. <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/dissolved-oxygen-and-water#:~:text=Dissolved oxygen%2C temperature%2C and aquatic life&text=Cold water can hold more,oxygen concentration is often lower>
- Usharani, K., Umarani, K., & Ayyasamy, P. (2010). Physico-Chemical and Bacteriological Characteristics of Noyyal River and Ground Water Quality of Perur, India. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 14(2), 29–35. <https://doi.org/DOI:10.4314/jasem.v14i2.57830>
- Vaidya, S., & Labh, S. (2017). Determination of Physico-Chemical Parameters and Water Quality Index (WQI) for drinking water available in Kathmandu Valley, Nepal: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(4), 188–190.
- Valbuena, R., & Cruz, P. (2006). Efecto del peso corporal y temperatura del agua sobre el consumo de oxígeno de tilapia roja (*Oreochromis* sp). *Revista ORINOQUIA*, 10(1), 57–63.
- Vera, M., Hernández, P., Alcocer, J., Ardiles, V., & Oseguera, L. (2015). *Concentración y distribución vertical de la clorofila-a fitoplanctónica en los lagos de Montebello, Chiapas*. http://www.geologia-feflow.unam.mx/documentos/Concentracion_y_distribucion_vertical_de_la_clorofila-a_fitoplanctonica_en_los_lagos_de_Montebello,_Chiapas.pdf

- WHO. (2003). *Assessing microbial safety of drinking water improving approaches and methods: improving approaches and methods*. OECD Publishing.
- Xu, C. (2001). Statistical Analysis of Parameters and Residuals of a Conceptual Water Balance Model – Methodology and Case Study. *Water Resources Management* 2001 15:2, 15(2), 75–92. <https://doi.org/10.1023/A:1012559608269>
- Yuan, T., Vadde, K., Tonkin, J., Wang, J., Lu, J., Zhang, Z., Zhang, Y., McCarthy, A., & Sekar, R. (2019). Urbanization Impacts the Physicochemical Characteristics and Abundance of Fecal Markers and Bacterial Pathogens in Surface Water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/IJERPH16101739>

Anexos

Anexo A. Fotografías del área de estudio

Imagen de la laguna San Martín



Fuente: Autoras.

Recolección de muestras para el análisis de calidad del agua



Fuente: Autoras

Anexo B. Análisis de los resultados de los parámetros de calidad de agua respecto a la normativa vigente

Tabla 13. Datos medidos in – situ del monitoreo N°1.

Campaña de Monitoreo N°1 Fecha: viernes 22 de octubre de 2021 Hora: 9h30 am - 13:30 pm Época: Verano																	
Punto de muestreo	T	Turb	pH	ST	OD	DBO ₅	DQO	NO ₃ ⁻	Alc	Cl ⁻	Col	CE	Du	Chl a	CF	CT	PO ₄ ⁻³
Unidades	°C	NTU	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mEq/L	Pt-Co	µS / cm	mg/L	mg/m ³	NMP/ 100 mL	NMP/ 100mL	mg/L
P1	19.5	13.7	7.07	114	5.25	9.27	23.9	1.33	30.6	<0.56	50	0.1053	36	1.068	<1.1	>23	<1.23
P2	19.2	18.2	6.35	132	2	11.65	29.2	1.43	43.9	<0.56	60	0.1115	44	2.403	<1.1	>23	<1.23
P3	19.4	76.9	6.29	226	2	61.48	127.6	2.44	38.2	<0.56	110	0.1083	66	76.896	<1.1	>23	<1.23
P4	19.5	36.7	6.8	148	3.87	18.15	45	2.44	45.8	<0.56	100	0.1036	44	21.36	<1.1	>23	<1.23
P5	19.6	32.6	6.76	136	3.28	13.86	37.1	3.13	42	<0.56	100	0.1035	46	12.622	<1.1	>23	<1.23
P 6	19.3	36.4	6.84	144	2.51	17.54	43.7	2.28	47.8	<0.56	100	0.1025	48	24.698	<1.1	>23	<1.23
Media	19.42	35.75	6.69	150,0	3.15	21.99	51.08	2.18	41.38	<0.56	86.67	0.1057	47.33	22.82	1.1	23	1.23
Desviación Estándar	0.15	22.36	0.30	39.07	1.26	19.64	38.37	0.68	6.23	0	25.03	0.0035	10.01	28.36	0	0	0
Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.			6-9		3 mg/L										1000 NMP /100 ml		
Cumple/ No Cumple	-	-	Cumple	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-
Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.				3000 mg/L				50 mg/L							1000 NMP / 100 mL		
Cumple/ No Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-

Continuación de la Tabla 13.

Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.			Ligero-Moderado (6.5 - 8.4)							Ninguno (Irrigación superficial: 4.0-Aspersión: 3.0) Ligero-Moderado (Irrigación superficial: 4.0-10.0 -Aspersión: 3.0) ; Severo >10		Ninguno 0.7; Ligero - Moderado 0.7-3; Severo >3.0						
Grado de limitación	-	-	Ligero - moderado	-	-	-	-	-	-	Ninguno	-	Ninguno	-	-	-	-	-	
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.			6.5-8.3		% Sat >80											200 NMP/ 100 mL	2000 NMP/ 100 mL	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(39.28%) No Cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	Cumple	-
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario.			6-9		% Sat >80												4000/ NMP/ 100 mL	
Cumple/ No Cumple	-	-	Cumple	-	(39.28%) No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-

Elaborado por: Autoras, 2022.

Tabla 14. Datos medidos in – situ del monitoreo N°2.

Campaña de Monitoreo N°2 Fecha: viernes 19 de noviembre de 2021 Hora: 9h30 am - 13:30 pm Época: Verano																	
Punto de muestreo	T	Turb	pH	ST	OD	DBO ₅	DQO	NO ₃ ⁻	Alc	Cl ⁻	Col	CE	Du	Chl a	CF	CT	PO ₄ ⁻³
Unidades	°C	NTU	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mEq/L	Pt-Co	µS / cm	mg/L	mg/m ³	NMP/ 100 mL	NMP/ 100mL	mg/L
P1	20	10	6.90	128.0	5.96	9.61	25.9	<1.00	43.9	<0.56	25.00	0.1131	50.0	10.413	9.2	>23	<1.23
P2	19.5	30.8	6.17	156.0	2.00	19.21	49.7	<1.00	45.8	<0.56	45.00	0.0945	48.0	7.120	>23	>23	<1.23
P 3	19.4	61.2	6.41	148.0	5.73	15.66	39.1	<1.00	43.9	<0.56	120.00	0.0983	48.0	111.66	<1.1	1.1	3.44
P4	19.6	22.3	6.81	138.0	6.14	13.11	31.2	<1.00	43.9	<0.56	40.00	0.0979	48.0	6.495	<1.1	2.2	<1.23
P5	19.8	31.2	6.82	134	6.02	22.50	51.6	<1.00	43.9	<0.56	45.00	0.0976	40.0	40.792	9.2	9.2	<1.23
P6	19.5	27.1	6.94	122.0	6.38	18.47	45.0	<1.00	51.6	<0.56	45.00	0.0986	50.0	19.632	5.1	5.1	<1.23
Media	19.63	30.43	6.68	137.67	5.37	16.43	40.42	1.00	45.0	0.56	53.33	0.1	47.33	32.69	8.12	10.60	1.59
Desviación Estándar	0.23	16.98	0.31	12.61	35.49	4.62	10.29	0.00	3.08	0.00	33.57	0.0066	3.72	40.76	8.14	10.01	0.90
Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.			6-9		3 mg/L										1000 NMP / 100 mL		
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-
Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.				3000 mg/L				50 mg/L							1000 NMP / 100 mL		
Cumple/ No Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-

Continuación de la Tabla 14.

Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.			Ligero-Moderado (6.5 - 8.4)							Ninguno (Irrigación superficial: 4.0-Aspersión: 3.0) Ligero-Moderado (Irrigación superficial: 4.0-10.0 -Aspersión: 3.0) ; Severo >10		Ninguno 0.7; Ligero - Moderado 0.7-3; Severo >3.0						
Grado de limitación	-	-	Ligero - moderado	-	-	-	-	-	-	Ninguno	-	Ninguno	-	-	-	-	-	
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.			6.5-8.3		% Sat >80											200 NMP/ 100 mL	2000 NMP/ 100 mL	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(79.72 %) No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	Cumple	-
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario			6-9		% Sat >80												4000/ NMP/ 100 mL	
Cumple/No cumple	-	-	Cumple	-	(79.72 %) No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-

Elaborado por: Autoras, 2022.

Tabla 15. Datos medidos in – situ del monitoreo N°3.

Campaña de Monitoreo N°3 Fecha: jueves 24 de febrero de 2022 Hora: 9h30 am - 13:30 pm Época: Invierno																	
Punto de muestreo	T	Turb	pH	ST	OD	DBO ₅	DQO	NO ₃ ⁻	Alc	Cl ⁻	Col	CE	Du	Chl a	CF	CT	PO ₄ ⁻³
Unidades	°C	NTU	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mEq/L	Pt-Co	µS / cm	mg/L	mg/m ³	NMP/ 100 mL	NMP/ 100mL	mg/L
Punto 1	18.5	18.8	7.18	168	5.96	0.87	1.798	2.61	62.1	0.22	50	0.136	58	0.267	11	70	0
Punto 2	18.3	31.8	6.62	158	0.13	42.88	93.4	2.23	42.7	0.33	50	0.1181	38	1.282	4.5	17	0,915
Punto 3	19.2	13.7	6.61	254	3.26	7.62	18.8	1.19	48.5	0.11	50	0.1028	44	23.029	1.8	2	0
Punto 4	19	23.5	6.73	166	1.56	0.9	1.585	1.51	60.1	0.16	50	0.1141	54	3.805	2	4.5	0
Punto 5	19	24.6	6.72	170	2.67	0.61	1.653	1.48	60.1	0.16	50	0.1095	48	0.401	0	13	0
Punto 6	18.7	24.6	6.66	158	1.17	0.9	1.316	1.35	46.6	0.16	60	0.1071	48	1.202	0	4.5	0
Media	18.78	22.83	6.75	179.0	2.46	8.96	19.76	1.73	53.35	0.19	51.67	0.1146	48.33	5.00	3.22	18.50	0.15
Desviación Estándar	0.34	6.11	0.21	37.09	2.04	16.84	36.73	0.56	8.37	0.08	4.08	0.0118	7.09	8.92	4.16	25.88	0.37
Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.			6-9		3 mg/L										1000 NMP/100 mL		
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-
Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.				3000 mg/L				50 mg/L							1000 NMP/100		
Cumple/No Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-

Continuación de la Tabla 15.

Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.			Ligero-Moderado (6.5 - 8.4)							Ninguno (Irrigación superficial: 4.0-Aspersión: 3.0) Ligero-Moderado (Irrigación superficial: 4.0-10.0 -Aspersión: 3.0) ; Severo >10		Ninguno 0.7; Ligero - Moderado 0.7-3; Severo >3.0						
Grado de limitación	-	-	Ligero	-	-	-	-	-	-	Ninguno	-	Ninguno	-	-	-	-	-	
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.			6.5-8.3		% Sat >80											200 NMP/ 100 mL	2000 NMP/ 100 mL	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(37.57 %) No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	Cumple	
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario			6-9		% Sat >80												4000/ NMP/ 100 ml	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(37.57 %) No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-

Elaborado por: Autoras, 2022.

Tabla 16. Datos medidos in – situ del monitoreo N4.

Campaña de Monitoreo N°4 Fecha: jueves 31 de Marzo de 2022 Hora: 9h30 am - 13:30 pm Época: Invierno																	
Punto de muestreo	T	Turb	pH	ST	OD	DBO ₅	DQO	NO ₃ ⁻	Alc	Cl ⁻	Col	CE	Du	Chl a	CF	CT	PO ₄ ⁻³
Unidades	°C	NTU	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mEq/L	Pt-Co	µS / cm	mg/L	mg/m ³	NMP/ 100 mL	NMP/ 100mL	mg/L
Punto 1	19.8	13.4	6.68	114	8.15	2.98	7.76	2.23	50.4	0.44	50	0.1013	72	2.827	5.1	9.2	0.686
Punto 2	20	8.3	6.55	102	5.72	10.3	30.6	1.07	34.9	0.27	40	0.075	44	19.358	16	16	1.053
Punto 3	19.8	6.1	6.36	86	5.46	4.19	11.2	0.597	38.8	0.44	26	0.0745	32	4.272	0	0	0.87
Punto 4	20.8	11.2	6.62	98	5.57	3.91	10.5	0.816	50.4	0.44	45	0.0771	40	7.476	1.1	2.2	0.869
Punto 5	19.2	6.5	6.63	110	4.77	15.23	35.4	0.534	58.2	0.54	18.25	0.0911	44	8.01	0	0	0.778
Punto 6	20.1	6.9	6.58	82	2.86	3.05	8.45	0.92	62.1	0.44	30.88	0.090	32	10.146	0	0	1.053
Media	19.95	8.73	6.57	98.67	5.42	6.61	17.32	1.03	49.13	0.43	35.02	0.085	44.00	8.68	3.70	4.57	0.88
Desviación Estándar	0.52	2.94	0.11	12.75	5.72	5.04	12.31	0.62	10.61	0.09	12.07	0.011	14.75	5.86	6.34	6.64	0.15
Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.			6-9		3 mg/L										1000 NMP/ 100 mL		
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-
Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.				3000 mg/L				50 mg/L							1000 NMP/ 100		
Cumple/No Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-

Continuación de la Tabla 16.

Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.			Ligero-Moderado (6.5 - 8.4)							Ninguno (Irrigación superficial: 4.0- Aspersión: 3.0) Ligero-Moderado (Irrigación superficial: 4.0-10.0 Aspersión: 3.0) ; Severo >10		Ninguno 0.7; Ligero - Moderado 0.7-3; Severo >3.0					
Grado de limitación	-	-	Ligero	-	-	-	-	-	-	Ninguno	-	Ninguno	-	-	-	-	-
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.			6.5-8.3		% Sat >80										200 NMP/ 100 mL	2000 NMP/ 100 mL	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(83.15%) Cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	Cumple	
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario			6-9		% Sat >80											4000/ NMP/ 100 ml	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(83.15%) Cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-

Elaborado por: Autoras, 2022.

Tabla 17. Datos medidos in – situ del monitoreo N°5.

Campaña de Monitoreo N°5 Fecha: martes 31 de Mayo de 2022 Hora: 9h30 am - 13:30 pm Época: Invierno																	
Punto de muestreo	T	Turb	pH	ST	OD	DBO ₅	DQO	NO ₃ ⁻	Alc	Cl ⁻	Col	CE	Du	Chl a	CF	CT	PO ₄ ⁻³
Unidades	°C	NTU	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mEq/L	Pt-Co	µS / cm	mg/L	mg/m ³	NMP/ 100 mL	NMP/ 100mL	mg/L
Punto 1	16.3	18.5	7.11	80	5.48	4.75	10	3.16	66	0.56	60	0.12	43.1	2.937	4.5	49	1.23
Punto 2	15.7	31.5	6.62	148	6.42	16.53	40	2.97	52	0.56	50	0.08	37.2	3.814	1.8	1.8	1.23
Punto 3	21.9	29.7	6.59	106	5.93	12.01	31.7	2.78	50	0.56	40	0.09	33.3	18.69	1.8	23	1.23
Punto 4	17.6	18.8	6.83	68	4.68	4.75	10	2.13	54	0.56	50	0.10	37.2	6.866	1.8	1.8	1.23
Punto 5	18.3	21.4	6.9	80	5.19	4.75	10	1.91	58	0.56	50	0.10	474.3	1.335	1.8	1.8	1.23
Punto 6	18.4	25	6.94	98	4.95	7.24	17.4	1.53	50	0.56	55	0.10	43.1	8.01	1.8	1.8	1.23
Media	18.03	24.15	6.81	96.67	5.44	8.34	19.85	2.41	55.00	0.56	50.83	0.10	111.37	6.94	2.25	13.20	1.23
Desviación Estándar	2.18	5.54	0.21	28.64	0.65	4.91	12.99	0.65	6.16	0	6.65	0.01	177.84	6.27	1.10	19.48	0.00
Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.			6-9		3 mg/L										1000 NMP/ 100 mL		
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-
Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.				3000 mg/L				50 mg/L							1000 NMP/ 100		
Cumple/No Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	Cumple	-	-	-	-	-	-	Cumple	-	-

Continuación de la Tabla 17.

Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.			Ligero-Moderado (6.5 - 8.4)							Ninguno (Irrigación superficial: 4.0-Aspersión: 3.0) Ligero-Moderado (Irrigación superficial: 4.0-10.0 - Aspersión: 3.0) ; Severo >10		Ninguno 0.7; Ligero - Moderado 0.7-3; Severo >3.0						
Grado de limitación	-	-	Ligero	-	-	-	-	-	-	Ninguno	-	Ninguno	-	-	-	-	-	
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.			6.5-8.3		% Sat >80											200 NMP/ 100 mL	2000 NMP/ 100 mL	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(78.37%) No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	Cumple	
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario			6-9		% Sat >80												4000/ NMP/ 100 ml	
Cumple/No Cumple	-	-	Cumple	-	(78.37%) No cumple	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cumple	-

Elaborado por: Autoras, 2022.

Anexo C. Resultados del laboratorio

- Periodo de verano.

Resultados del monitoreo de octubre



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 587131/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	64832-1	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽³⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,5	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	13,7	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,07	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	114,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 81,43	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	9,27	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	23,9	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,33	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	30,6	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pl-Co	50,00	± 3,16 Pl-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	105,3	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	36,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	-1,068	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,25 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 587168/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	64832-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,2	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	18,2	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,35	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	132,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 1,85	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	11,65	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	29,2	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,43	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	43,9	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	60,00	± 3,16 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	111,5	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	44,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	2,403	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (<2,00 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 587180/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	64832-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,4	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	76,9	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,29	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	226,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 2,63	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	61,48	± 2,53 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	127,6	± 4,0 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	2,44	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	38,2	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	110,00	± 5,47 Pt-Co	75	NO CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	108,3	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	66,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	76,896	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 48.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (<2,00 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 587186/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	64832-4	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,5	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	36,7	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,80	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	148,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 60,02	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	18,15	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	45,0	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	2,44	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	45,8	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	100,00	± 5,47 Pt-Co	75	NO CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	103,6	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	44,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	21,360	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (3,87 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 587196/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	64832-5	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,6	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	32,6	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,76	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	136,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 51,00	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	13,86	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	37,1	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	3,13	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	42,0	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pl-Co	100,00	± 5,47 Pl-Co	75	NO CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	103,5	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	46,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	12,622	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (3,28 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 587201/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	64832-6	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽³⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,3	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	36,4	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,84	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	144,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 38,74	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	17,54	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	43,7	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	2,28	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	47,8	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	100,00	± 5,47 Pt-Co	75	NO CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	102,5	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	48,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	24,698	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES (NMP)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES (NMP)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (2,51 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

Resultados del monitoreo de noviembre



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Ciprese
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 887

PROTOCOLO: 638671/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	70659-4	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	20,0	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	10,0	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,90	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	128,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 93,81	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	9,61	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	25,9	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	<1,00	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	43,9	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pl-Co	25,00	± 4,02 Pl-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	113,1	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	50,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	10,413	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	9,2	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 2,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,96 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



PROTOCOLO: 638684/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	70659-5	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,5	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	30,8	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,17	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	156,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 7,60	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	19,21	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	49,7	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	<1,00	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	45,8	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	45,00	± 4,02 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	94,5	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	48,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	7,120	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 2,0 NMP/100ml	1000	----
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	>23	± 2,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (<2,00 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 638691/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	70659-6	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,4	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	61,2	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,41	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	148,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 88,65	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	15,66	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	39,1	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	<1,00	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	43,9	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	120,00	± 5,47 Pt-Co	75	NO CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	98,3	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	48,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A ^(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	111,655	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	1,1	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	3,44	± 0,17 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,73 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROCOLO: 638632/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	70659-1	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,6	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	22,3	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,81	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	138,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 95,47	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	13,11	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	31,2	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	<1,00	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	43,9	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	40,00	± 4,02 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	97,9	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	48,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	6,495	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	2,2	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (6,14 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



PROTOCOLO: 638665/2021-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	70659-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,5	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	27,1	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,94	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	122,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 98,95	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	18,47	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	45,0	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	<1,00	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	51,6	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pl-Co	45,00	± 4,02 Pl-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	98,6	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	50,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	19,632	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	5,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	5,1	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (6,38 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 638664/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	70659-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,8	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	31,2	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,82	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	134,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 94,08	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	22,50	± 2,53 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	51,6	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO ₃ - E	PA - 48.00	mg/l	<1,00	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	43,9	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	45,00	± 4,02 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	97,6	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	40,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	40,792	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	9,2	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	9,2	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (6,02 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

- Período de Invierno

Resultados del monitoreo de febrero



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 112399/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	14248-1	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	18,5	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	18,8	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,18	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	168,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-D G	POS - 27.00	% de saturación	(2) 90,54	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	0,87 ⁽³⁾	-	<2	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	1,798 ⁽⁴⁾	-	<4	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	2,61	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	62,1	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	7,7 ⁽⁵⁾	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	136,0	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	58,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(^a)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	0,267	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	11,0	± 1,2 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	70,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,00 ⁽⁶⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

(1) Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

(2) Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,96 mg/l).

(3) Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

(4) Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Demanda Química de Oxígeno de 10 a 75000 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosforos de 1,23 a 196,30 mg/l.



PROTOCOLO: 112412/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	14248-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,2	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	13,7	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H* A y 4500-H* B	PA - 05.00	U pH	6,61	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	254,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 50,23	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	7,62	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	18,8	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,19	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	48,5	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	3,9 ⁽³⁾	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	102,8	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	44,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	23,029	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	1,8	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	2,0	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,00 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (3,26 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipre
Quito, Ecu
T: +59 3 2280 81

PROTOCOLO: 112408/2022-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	14248-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	18,3	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	31,8	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,62	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	158,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 1,96	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	42,88	± 2,53 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	93,4	± 4,0 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	2,23	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	42,7	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	11,6 ⁽⁴⁾	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	118,1	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	38,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A ^(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	1,282	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	4,5	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	17,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,915 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (0,13⁽⁴⁾ mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Oxígeno Disuelto Electrometría de 2,0 a 8,8 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROCOLO: 112430/2022-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	14248-5	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,0	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	24,6	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,72	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	170,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 40,94	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	0,61 ⁽⁴⁾	-	<2	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	1,653 ⁽⁴⁾	-	<4	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,48	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	60,1	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	5,8 ⁽⁴⁾	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	109,5	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	48,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	0,401	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁵⁾	-	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	13,0	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,00 ⁽⁶⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (2,67 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Demanda Química de Oxígeno de 10 a 75000 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Coliformes Fecales ≥1,8 NMP/100ml, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.



PROTOCOLO: 112431/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	14248-6	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	18,7	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	24,6	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,66	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	158,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 17,81	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	0,90 ⁽³⁾	-	<2	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	1,316 ⁽⁴⁾	-	<4	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,35	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	46,6	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	5,8 ⁽⁵⁾	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pl-Co	60,00	± 3,16 Pl-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	107,1	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	48,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORÓFLA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	1,202	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁶⁾	-	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	4,5	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,00 ⁽⁶⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE:

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (1,17⁽⁶⁾ mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁶⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Oxígeno Disuelto Electrometría de 2,0 a 8,8 mg/l, Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Demanda Química de Oxígeno de 10 a 75000 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Coliformes Fecales ≥1,8 NMP/100ml, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 112426/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	14248-4	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,0	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	23,5	± 0,7 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,73	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	166,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 23,92	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	0,90 ⁽³⁾	-	<2	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	1,585 ⁽⁴⁾	-	<4	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,51	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	60,1	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	5,8 ⁽⁴⁾	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	114,1	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	54,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	3,805	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	2,0	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	4,5	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,00 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (1,56⁽⁴⁾ mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Oxígeno Disuelto Electrometría de 2,0 a 8,8 mg/l, Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Demanda Química de Oxígeno de 10 a 75000 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.

Resultados del monitoreo de marzo

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 172949/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	
Página 2 de 2	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	21936-6	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	20,1	± 1,0 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	6,9	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,58	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	82,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 43,86	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	3,05 ⁽⁴⁾	-	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	8,45 ⁽⁴⁾	-	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	0,942 ⁽⁴⁾	-	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	82,1	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	15,5 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pl-Co	30,88	± 4,02 Pl-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	90,0	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	32,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A ^(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	10,146	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁵⁾	-	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁵⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	1,053 ⁽⁶⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (2,86 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Demanda Química de Oxígeno de 10 a 75000 mg/l, Nitratos de 1 a 200 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Coliformes Fecales ≥1,8 NMP/100 ml, Coliformes Totales de ≥1,8 NMP/100 ml, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 172947/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	21936-4	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	20,8	± 1,0 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	11,2	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,62	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	98,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 85,42	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	3,91 ⁽⁴⁾	-	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	10,5	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	0,816 ⁽⁴⁾	-	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	50,4	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	15,5 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	45,00	± 4,02 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	77,1	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	40,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	7,476	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	1,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	2,2	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,869 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,57 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Nitratos de 1 a 200 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 172939/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	21936-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,8	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	6,1	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,36	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	86,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 83,74	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	4,19 ⁽⁴⁾	-	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	11,2	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	0,597 ⁽⁴⁾	-	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	38,8	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	15,5 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	26,00	± 4,02 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	74,5	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	32,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	4,272	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁴⁾	-	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,87 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,46 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Nitratos de 1 a 200 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Coliformes Fecales ≥1,8 NMP/100 ml, Coliformes Totales de ≥1,8 NMP/100 ml, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



right solutions.
right partner.

PROTOCOLO: 172948/2022-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	21936-5	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,2	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	6,5	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,63	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	110,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 73,15	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	15,23	± 0,78 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	35,4	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	0,534 ⁽⁴⁾	-	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	58,2	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	19,3 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	18,25	± 1,56 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	91,1	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	44,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	8,010	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁵⁾	-	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	0,0 ⁽⁵⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,778 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (4,77 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Nitratos de 1 a 200 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l, Coliformes Fecales ≥1,8 NMP/100 ml, Coliformes Totales de ≥1,8 NMP/100 ml.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 172931/2022-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	21936-1	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	19,8	± 0,2 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	13,4	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,68	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	114,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 124,99	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	2,98 ⁽⁴⁾	-	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	7,76 ⁽⁴⁾	-	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	2,23	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	50,4	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	15,5 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	101,3	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	72,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	2,827	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	5,1	± 0,0 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	9,2	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	0,686 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (8,15 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4,75 a 15000 mg/l, Demanda Química de Oxígeno de 10 a 75000 mg/l, Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 172938/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	21936-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2550 B	PA - 47.00	°C	20,0	± 1,0 °C	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	8,3	± 0,8 NTU	100,0	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,55	± 0,11 U pH	6 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	102,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 87,72	-	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	10,30	± 0,79 mg/l	<2	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	30,6	± 2,3 mg/l	<4	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,07	± 0,23 mg/l	50,0	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	34,9	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	9,7 ⁽⁴⁾	-	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	40,00	± 4,02 Pt-Co	75	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	75,0	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	44,0	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	19,358	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	16,0	± 1,2 NMP/100ml	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	16,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	1,053 ⁽⁵⁾	-	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,72 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Cloruros de 20 a 50000 mg/l, Fosfatos de 1,23 a 196,30 mg/l.

3.5 Resultados del monitoreo de mayo

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



right solutions.
right partner.

PROTOCOLO: 301173/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	37872-1	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	18,5	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,11	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	80,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXIGENO DISUELTTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 78,88	-	>80	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	<4,75	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	<10,0	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	3,16	± 0,23 mg/l	13	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	66,0	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	120,7	± 1,6 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	60,00	± 4,02 Pt-Co	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	43,1	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	2,937	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	4,5	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	49,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,48 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



right solutions.
right partner.

PROTOCOLO: 301177/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	37872-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	29,7	± 0,7 NTU	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,59	± 0,11 U pH	6,5 - 9	⁽⁴⁾ CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	106,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 85,36	-	>80	CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	12,01	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	31,7	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	2,78	± 0,23 mg/l	13	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	50,0	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	88,1	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	40,00	± 4,02 Pt-Co	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	33,3	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	18,690	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	23,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3), (4) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,93 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Probablemente cumple en un 97,7% de confianza.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 301174/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	37872-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	31,5	± 0,7 NTU	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,62	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	148,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽²⁾ 92,42	-	>80	CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	16,53	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	40,0	± 2,3 mg/l	40	⁽⁴⁾ CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NOS- E	PA - 48.00	mg/l	2,97	± 0,23 mg/l	13	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	52,0	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	83,0	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 4,02 Pt-Co	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	37,2	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	3,814	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3), (4) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad, Agua Dulce.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (6,42 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

⁽⁴⁾ Probablemente cumple en un 97.7% de confianza.

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 301184/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	37872-5	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	21,4	± 0,7 NTU	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,90	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	80,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 74,71	-	>80	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	<4,75	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	<10,0	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,91	± 0,23 mg/l	13	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	58,0	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	97,2	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	474,3	± 8,3 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m3	1,335	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (5,19 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROCOLO: 301181/2022-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 14
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	37872-4	INCERTIDUMBRE (K=2)	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A			
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	18,8	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,83	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	68,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 67,37	-	>80	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	<4,75	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	<10,0	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO ₃ - E	PA - 48.00	mg/l	2,13	± 0,23 mg/l	13	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	54,0	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	96,2	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	50,00	± 3,16 Pt-Co	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	37,2	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A ^(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	6,866	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (4,68 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

ALS ECUADOR ALSECU S.A.
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito - Ecuador
T: +5 932 280 8877



PROTOCOLO: 301186/2022-1.0	RU-49
	Revisión: 14
	Página 2 de 2
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	37872-6	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A			
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	25,0	± 0,7 NTU	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	6,94	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	98,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de saturación	⁽³⁾ 71,25	-	>80	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	7,24	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	17,4	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA - 48.00	mg/l	1,53	± 0,23 mg/l	13	CUMPLE
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	50,0	± 2,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-Cl- B	PA - 44.00	mg/l	<20,0	± 1,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	96,1	± 1,2 uS/cm	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	55,00	± 3,16 Pt-Co	NO APLICA	NO APLICA
DUREZA TOTAL	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2340 A y 2340 C	PA - 40.00	mg/l	43,1	± 0,9 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A ⁽⁴⁾	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	8,010	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1,8	± 0,0 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	<1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (4,95 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

Anexo D. Resultados de Análisis de influencia espacio temporal en los parámetros de calidad del agua.

Análisis de la influencia de la variable espacial “punto de muestreo”.

Aplicación de prueba formal de normalidad para los residuos de los parámetros de calidad de agua.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Fosfatos	30	0,00	0,73	0,99	0,9920
RDUO Cloruros	30	0,00	5,42	0,94	0,2420
RDUO DBO	30	0,00	11,36	0,87	0,0020
RDUO DQO	30	0,00	24,00	0,90	0,0179
RDUO OD	30	0,00	1,70	0,95	0,3821
RDUO Turbidez	30	0,00	13,73	0,97	0,8433
RDUO NO3	30	0,00	0,76	0,91	0,0428

Resultados de aplicación de la prueba de Levene para los parámetros de calidad de agua.

RABS Fosfatos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Fosfatos	30	0,26	0,11	67,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,35	5	0,27	1,71	0,1700
Punto de muestreo	1,35	5	0,27	1,71	0,1700
Error	3,79	24	0,16		
Total	5,14	29			

RABS Cloruros

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Cloruros	30	0,17	0,00	72,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48,62	5	9,72	0,98	0,4484
Punto de muestreo	48,62	5	9,72	0,98	0,4484
Error	237,41	24	9,89		
Total	286,03	29			

RABS DBO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS DBO	30	0,29	0,14	89,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	518,22	5	103,64	1,98	0,1188
Punto de muestreo	518,22	5	103,64	1,98	0,1188
Error	1258,64	24	52,44		
Total	1776,86	29			

RABS DQO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS DQO	30	0,23	0,07	81,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1574,55	5	314,91	1,43	0,2486
Punto de muestreo	1574,55	5	314,91	1,43	0,2486
Error	5275,94	24	219,83		
Total	6850,49	29			

RABS OD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS OD	30	0,28	0,13	56,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,21	5	1,24	1,90	0,1325
Punto de muestreo	6,21	5	1,24	1,90	0,1325
Error	15,73	24	0,66		
Total	21,94	29			

RABS Turbidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Turbidez	30	0,57	0,48	72,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1564,50	5	312,90	6,46	0,0006
Punto de muestreo	1564,50	5	312,90	6,46	0,0006
Error	1163,22	24	48,47		
Total	2727,72	29			

RABS NO3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS NO3	30	0,14	0,00	59,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,56	5	0,11	0,75	0,5922
Punto de muestreo	0,56	5	0,11	0,75	0,5922
Error	3,55	24	0,15		
Total	4,10	29			

Resultados de aplicación del análisis ANOVA para el factor “punto de muestreo” y prueba post-hoc para los parámetros de calidad del agua “Fosfatos, cloruros y oxígeno disuelto” y la prueba post-hoc.

Análisis de la varianza

Fosfatos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fosfatos	30	0,21	0,05	84,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,11	5	0,82	1,28	0,3052
Punto de muestreo	4,11	5	0,82	1,28	0,3052
Error	15,41	24	0,64		
Total	19,52	29			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=1,65120

Error: 0,6420 gl: 24

Punto de muestreo	Medias	n	E.E.
Punto 6	0,62	5	0,36 A
Punto 2	0,63	5	0,36 A
Punto 4	0,68	5	0,36 A
Punto 5	0,98	5	0,36 A
Punto 1	1,08	5	0,36 A
Punto 3	1,67	5	0,36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cloruros

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cloruros	30	0,10	0,00	44,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	95,63	5	19,13	0,54	0,7449
Punto de muestreo	95,63	5	19,13	0,54	0,7449
Error	851,80	24	35,49		
Total	947,43	29			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=12,27705

Error: 35,4915 gl: 24

Punto de muestreo	Medias	n	E.E.
Punto 2	10,06	5	2,66 A
Punto 3	13,08	5	2,66 A
Punto 1	13,20	5	2,66 A
Punto 6	13,86	5	2,66 A
Punto 5	14,84	5	2,66 A
Punto 4	15,76	5	2,66 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

OD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OD	30	0,23	0,07	42,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,47	5	5,09	1,45	0,2424
Punto de muestreo	25,47	5	5,09	1,45	0,2424
Error	84,24	24	3,51		
Total	109,71	29			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=3,86084

Error: 3,5099 gl: 24

Punto de muestreo	Medias	n	E.E.
Punto 2	3,25	5	0,84 A
Punto 6	3,57	5	0,84 A
Punto 4	4,36	5	0,84 A
Punto 5	4,39	5	0,84 A
Punto 3	4,48	5	0,84 A
Punto 1	6,16	5	0,84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Resultados de aplicación del análisis Kruskal Wallis para la variable “punto de muestreo” para los parámetros DBO₅, DQO y Nitratos.

C:\Users\Camila\Desktop\Tesis 2\Estadística final\Por Punto de Muestreo

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Punto de muestreo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
DBO	Punto 1	5	5,50	3,86	4,75	6,65	0,2476
DBO	Punto 2	5	20,11	13,23	16,53		
DBO	Punto 3	5	20,19	23,49	12,01		
DBO	Punto 4	5	8,16	7,19	4,75		
DBO	Punto 5	5	11,39	8,73	13,86		
DBO	Punto 6	5	9,44	8,15	7,24		

Variable	Punto de muestreo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
DQO	Punto 1	5	13,87	10,53	10,00	7,15	0,2089
DQO	Punto 2	5	48,58	26,38	40,00		
DQO	Punto 3	5	45,68	47,07	31,70		
DQO	Punto 4	5	19,66	17,88	10,50		
DQO	Punto 5	5	27,15	20,67	35,40		
DQO	Punto 6	5	23,17	20,16	17,40		

Variable	Punto de muestreo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
NO3	Punto 1	5	2,07	0,89	2,23	1,67	0,8910
NO3	Punto 2	5	1,74	0,84	1,43		
NO3	Punto 3	5	1,60	0,95	1,19		
NO3	Punto 4	5	1,58	0,70	1,51		
NO3	Punto 5	5	1,61	0,99	1,48		
NO3	Punto 6	5	1,42	0,54	1,35		

Resultados de aplicación del análisis de la prueba Welch de ANOVA para el factor “punto de muestreo” de la variable turbidez.

Descriptivos

Turbidez

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1,0	5	14,880	3,7372	1,6713	10,240	19,520	10,0	18,8
2,0	5	24,120	10,5284	4,7084	11,047	37,193	8,3	31,8
3,0	5	37,520	30,5258	13,6515	-,383	75,423	6,1	76,9
4,0	5	22,500	9,2744	4,1476	10,984	34,016	11,2	36,7
5,0	5	23,260	10,4455	4,6714	10,290	36,230	6,5	32,6
6,0	5	24,000	10,6904	4,7809	10,726	37,274	6,9	36,4
Total	30	24,380	15,3170	2,7965	18,661	30,099	6,1	76,9

ANOVA de un factor

Turbidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1339,552	5	267,910	1,177	,350
Intra-grupos	5464,176	24	227,674		
Total	6803,728	29			

Pruebas robustas de igualdad de las medias

Turbidez

	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	1,792	5	10,499	,198

a. Distribuidos en F asintóticamente.

Análisis de la influencia de la variable temporal “mes de monitoreo”.

Aplicación de prueba formal de normalidad para los residuos de los parámetros de calidad del agua.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Fosfatos	30	0,00	0,70	0,92	0,1050
RDUO Cloruros	30	0,00	4,46	0,96	0,5584
RDUO DBO	30	0,00	11,30	0,73	<0,0001
RDUO DQO	30	0,00	23,66	0,76	<0,0001
RDUO OD	30	0,00	1,43	0,97	0,7923
RDUO Turbidez	30	0,00	12,21	0,84	0,0005
RDUO NO3	30	0,00	0,53	0,95	0,5189

Resultados de aplicación de la prueba de Levene para los parámetros de calidad del agua.

RABS Fosfatos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Fosfatos	30	0,23	0,11	103,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,77	4	0,44	1,88	0,1460
Mes monitoreo	1,77	4	0,44	1,88	0,1460
Error	5,89	25	0,24		
Total	7,66	29			

RABS Cloruros

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Cloruros	30	0,36	0,26	63,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	71,16	4	17,79	3,52	0,0206
Mes monitoreo	71,16	4	17,79	3,52	0,0206
Error	126,24	25	5,05		
Total	197,40	29			

RABS DBO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS DBO	30	0,24	0,12	111,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	511,50	4	127,87	1,97	0,1295
Mes monitoreo	511,50	4	127,87	1,97	0,1295
Error	1619,98	25	64,80		
Total	2131,47	29			

RABS DQO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS DQO	30	0,20	0,07	104,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1686,50	4	421,63	1,51	0,2282
Mes monitoreo	1686,50	4	421,63	1,51	0,2282
Error	6959,58	25	278,38		
Total	8646,08	29			

RABS OD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS OD	30	0,11	0,00	94,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,10	4	0,78	0,81	0,5313
Mes monitoreo	3,10	4	0,78	0,81	0,5313
Error	23,99	25	0,96		
Total	27,09	29			

RABS Turbidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Turbidez	30	0,22	0,09	128,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	596,90	4	149,22	1,73	0,1742
Mes monitoreo	596,90	4	149,22	1,73	0,1742
Error	2152,31	25	86,09		
Total	2749,20	29			

RABS NO3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS NO3	30	0,23	0,10	69,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,63	4	0,16	1,85	0,1515
Mes monitoreo	0,63	4	0,16	1,85	0,1515
Error	2,14	25	0,09		
Total	2,77	29			

Resultados de aplicación del análisis ANOVA para el factor “mes de monitoreo” y prueba post-hoc para los parámetros de calidad del agua y la prueba post-hoc para Fosfatos, oxígeno disuelto y nitratos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fosfatos	30	0,41	0,31	68,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,91	4	1,48	4,27	0,0091
Mes monitoreo	5,91	4	1,48	4,27	0,0091
Error	8,66	25	0,35		
Total	14,57	29			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=1,04603

Error: 0,3464 gl: 25

Mes monitoreo	Medias	n	E.E.
Febrero	0,15	6	0,24 A
Octubre	0,67	6	0,24 A B
Marzo	0,88	6	0,24 A B
Mayo	1,14	6	0,24 A B
Noviembre	1,47	6	0,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

OD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OD	30	0,46	0,37	35,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,38	4	12,59	5,31	0,0031
Mes monitoreo	50,38	4	12,59	5,31	0,0031
Error	59,33	25	2,37		
Total	109,71	29			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=2,73787

Error: 2,3733 gl: 25

Mes monitoreo	Medias	n	E.E.
Febrero	2,46	6	0,63 A
Octubre	3,15	6	0,63 A B
Noviembre	5,37	6	0,63 B
Marzo	5,42	6	0,63 B
Mayo	5,44	6	0,63 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

NO3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NO3	30	0,54	0,47	33,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,64	4	2,41	7,42	0,0004
Mes monitoreo	9,64	4	2,41	7,42	0,0004
Error	8,13	25	0,33		
Total	17,77	29			

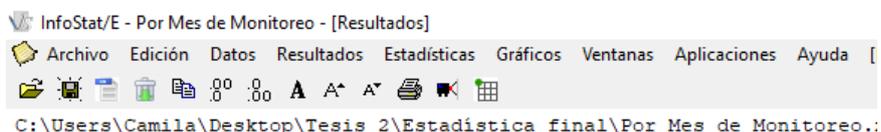
Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=1,01332

Error: 0,3251 gl: 25

Mes monitoreo	Medias	n	E.E.
Marzo	1,03	6	0,23 A
Noviembre	1,05	6	0,23 A
Febrero	1,73	6	0,23 A B
Octubre	2,18	6	0,23 B
Mayo	2,41	6	0,23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Resultados de aplicación del análisis Kruskal Wallis para la variable “mes de monitoreo” para los parámetros DBO₅, DQO y turbidez.



Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Mes monitoreo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
DBO	Febrero	6	8,96	16,84	0,90	12,87	0,0118
DBO	Marzo	6	6,61	5,04	4,05		
DBO	Mayo	6	8,34	4,91	6,00		
DBO	Noviembre	6	16,43	4,62	17,07		
DBO	Octubre	6	21,99	19,64	15,70		

Trat.	Medias	Ranks
Febrero	8,96	8,67 A
Marzo	6,61	10,50 A
Mayo	8,34	13,83 A B
Octubre	21,99	21,67 B
Noviembre	16,43	22,83 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Variable	Mes monitoreo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
DQO	Febrero	6	19,76	36,73	1,73	12,25	0,0155
DQO	Marzo	6	17,32	12,31	10,85		
DQO	Mayo	6	19,85	12,99	13,70		
DQO	Noviembre	6	40,42	10,29	42,05		
DQO	Octubre	6	51,08	38,37	40,40		

Trat.	Medias	Ranks
Febrero	19,76	8,67 A
Marzo	17,32	11,50 A
Mayo	19,85	13,00 A B
Octubre	51,08	21,75 B
Noviembre	40,42	22,58 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Variable	Mes monitoreo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Turbidez	Febrero	6	22,83	6,11	24,05	14,54	0,0057
Turbidez	Marzo	6	8,73	2,94	7,60		
Turbidez	Mayo	6	24,15	5,54	23,20		
Turbidez	Noviembre	6	30,43	16,98	28,95		
Turbidez	Octubre	6	35,75	22,36	34,50		

Trat.	Medias	Ranks	
Marzo	8,73	3,83	A
Febrero	22,83	16,17	B
Mayo	24,15	16,92	B
Noviembre	30,43	19,00	B
Octubre	35,75	21,58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Resultados de aplicación del análisis de la prueba Welch de ANOVA para el factor “mes de monitoreo” del parámetro cloruros.

Descriptivos

Cloruros

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1,0	6	14,917	4,1282	1,6853	10,584	19,249	10,0	20,0
2,0	6	13,567	6,1575	2,5138	7,105	20,029	5,0	19,8
3,0	6	6,767	2,6553	1,0840	3,980	9,553	3,9	11,6
4,0	6	15,167	3,0794	1,2572	11,935	18,398	9,7	19,3
5,0	6	16,917	6,6213	2,7031	9,968	23,865	7,0	25,0
Total	30	13,467	5,7158	1,0435	11,332	15,601	3,9	25,0

ANOVA de un factor

Cloruros

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	370,770	4	92,693	4,019	,012
Intra-grupos	576,657	25	23,066		
Total	947,427	29			

Pruebas robustas de igualdad de las medias

Cloruros

	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	7,779	4	12,178	,002

a. Distribuidos en F asintóticamente.