



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN–TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA AZUL
DE SAUCE PARA SU USO SEGÚN ESTÁNDARES DE
CALIDAD AMBIENTAL (ECAs)**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. Luis Junior Alva Pinedo

ASESOR:

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Código N°6054817

Moyobamba- Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA
AZUL DE SAUCE PARA SU USO SEGÚN ESTÁNDARES DE
CALIDAD AMBIENTAL (ECAs)”**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. Luis Junior Alva Pinedo

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 27 de Junio del 2018.

Ing. M.Sc. Yrwin Francisco Azabache Liza
Presidente

Ing. Marcos Aquiles Ayala Díaz
Secretario

Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación
Miembro

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Luis Junior Alva Pinedo**, identificado con DNI N° 70076544, egresado de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada “**Determinación de la calidad del agua de la laguna Azul de Sauce para su uso según Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)**”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 27 de junio del 2018.




.....
Bach. Luis Junior Alva Pinedo
DNI N° 70076544

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Alva Pinedo, Luis Junior		
Código de alumno :	105102	Teléfono:	952693806
Correo electrónico :	luisalva240693@gmail.com	DNI:	70076544

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Determinación de la calidad del agua de la laguna Azul de Sauce para su uso según Estándares de Calidad Ambiental (ECA _s)
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

23 / 08 / 2018



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

Su ayuda ha sido fundamental, han estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos, me han levantado de cada tropiezo y me han enseñado a ser fuerte, ante todo; es para mí un verdadero placer ser su hijo; a ustedes *papi* y *mami* como suelo llamarlos va dedicado este proyecto, no fue fácil, pero estuvieron motivándome y ayudándome siempre hasta poder lograrlo.

Luis Junior.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado a mis logros y ser mi fortaleza en los momentos duros que me tocó vivir como estudiante, pero a pesar de ello se expuso mi felicidad.

A mis padres Guillermo y Gledys por inculcarme valores y haberme dado la oportunidad de lograr mis sueños; ser un profesional.

A mis hermanos, Luchito y Ángel por ser parte importante de mi vida, estoy orgulloso de tenerlos. A mi abuelita por sus consejos y su amor. A mi asesor, por todo el apoyo y facilidades para crecer profesionalmente.

Luis Junior.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Antecedentes de la investigación	4
1.2. Bases Teóricas	6
1.2.1. Los humedales	6
1.2.2. Lagos	7
1.2.3. Importancia del estudio de las lagunas	10
1.2.4. Calidad del agua	11
1.2.5. Clasificación del agua por su uso	13
1.2.6. Marco geográfico de la zona de estudio	14
1.2.7. Marco legal e institucional.	16
1.3. Definición de términos básicos	18
CAPÍTULO II.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1. Equipos e instrumentos a utilizados	20
2.2. Técnicas de recolección de datos.....	21

2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	23
CAPÍTULO III	25
RESULTADOS Y DIACUSIÓN	25
3.1. Parámetros iniciales físicos, químicos y biológicos del agua de la laguna Azul.....	25
3.2. Comparación de los resultados de parámetros con los ECAs	43
3.3. Discusión de Resultados.....	48
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	56
Anexo 1: Panel fotográfico.....	57
Anexo 2: Croquis del área de estudio.....	59
Anexo 3: Informe de análisis de Coliformes termotolerantes - Laguna Azul de Sauce.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Clasificación del uso del Agua en el Perú	14
Tabla 2: Categoría 1: Poblacional y Recreacional	16
Tabla 3: Categoría 3-A: Riego de vegetales	17
Tabla 4: Categoría 3-B: Bebidas de animales.....	17
Tabla 5: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.....	18
Tabla 6: Coordenadas geográficas de la zona de estudio	22
Tabla 7: Frecuencia de Monitoreo	23
Tabla 8: Resultados de calidad de agua – Diciembre 2017	25
Tabla 9: Resultados de calidad de agua – Enero 2018.....	31
Tabla 10: Resultados de calidad de agua – Febrero 2018.....	36
Tabla 11: Comparacion de los parametros de los ECAs – Diciembre 2017.....	43
Tabla 12: Comparación de los parámetros de los ECAs – Enero 2018	44
Tabla 13: Comparación de los parámetros de los ECAs – Febrero 2018	45
Tabla 14: Coliformes Termotolerantes	47
Tabla 15: Promedio final de resultados comparados con los ECAs	478

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Concentración de nitratos, Diciembre 2017.	25
Figura 2: Concentración de fosfatos- Diciembre 2017.	26
Figura 3: Nivel de pH – Diciembre 2017.....	27
Figura 4: Concentración de oxígeno disuelto- Diciembre 2017.	27
Figura 5: Concentración de solidos totales disueltos – Diciembre 2017.....	28
Figura 6: Temperatura – Diciembre 2017.....	28
Figura 7: Concentración de turbidez – Diciembre 2017.....	29
Figura 8: Concentración de la demanada biológica de oxígeno – Diciembre 2017.	29
Figura 9: Color – Diciembre 2017.	30
Figura 10: Concentración de nitratos – Enero 2018.	31
Figura 11: Concentración de fosfatos – Enero 2018.....	32
Figura 12: Nivel de pH– Enero 2018.....	32
Figura 13: Concentración de oxígeno disuelto – Enero 2018.....	33
Figura 14: Concentracion de sólidos totales disueltos – Enero 2018.	33
Figura 15: Temperatura – Enero 2018.....	34
Figura 16: Concentración de turbidez – Enero 2018.	34
Figura 17: Concentración de la demanada biológica de oxígeno – Enero 2018.....	35
Figura 18: Color – Enero 2018.	36
Figura 19: Concentración de nitratos - Febrero 2018	37
Figura 20: Concentración de fosfatos - Febrero 2018	37
Figura 21: Nivel de pH- Febrero 2018.....	38
Figura 22: Concentración de oxígeno disuelto- Febrero 2018.....	39
Figura 23: Concentración de solidos totales disueltos- Febrero 2018	39
Figura 24: Temperatura- Febrero 2018.....	40
Figura 25: Concentración de turbidez- Febrero 2018	41
Figura 26: Concentración de la demanada biológica de oxígeno- Febrero 2018.....	41
Figura 27: Color- Febrero 2018	42
Figura 28: Comparación de los parámetros de los ECAs- Diciembre 2017	43
Figura 29: Comparación de los parámetros de los ECAs - Enero 2018	44
Figura 30: Comparación de los parámetros de los ECAs – Febrero 2018.....	46

Figura 31: Coliformes Termotolerantes	47
Figura 32: Ruta de análisis y muestreo	59
Figura 33: Ubicación geográfica del área de estudio	59

RESUMEN

La presente investigación se titula: “Determinación de la calidad del agua de la laguna azul de Sauce para su uso según Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)”, podemos decir que actualmente el Agua de la Laguna Azul no ha sido identificada específicamente para su uso y aprovechamiento, son poco los datos que se cuentan en relación con las características fisicoquímicas y biológicas de esta Laguna y por ende de su calidad.

Cuyo objetivo principal es determinar la calidad del agua de la laguna Azul para su uso según los Estándares de Calidad Ambiental, esto conforme a un conjunto de procedimientos para lograr los objetivos específicos propuestos; Se recopiló la información de cada punto en un plazo de treinta (30) días, por un espacio de tres (3) meses; en cuatro (4) puntos, con un total de doce (12) muestreos. Y se realizó los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en el laboratorio de análisis de la Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología, y en el laboratorio de Anaquímicos; teniendo en cuenta los procedimientos pautados para la determinación de parámetros como: el oxígeno disuelto, Coliformes fecales, pH, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Fosfatos, Temperatura, Turbiedad y Sólidos totales disueltos.

Concluyendo así que la calidad del agua de la Laguna Azul, para su uso según los Estándares de Calidad Ambiental, determinada en el DS 004- 2017 MINAM, es de categoría 1, subcategoría B, calificadas como aguas de uso recreacional, pudiendo calificar como aguas de contacto primario y de contacto secundario. Pero esto no implica que se encuentre totalmente libre de cualquier contaminante debido a que se determinó que existe contaminación en la laguna de Sauce: los Coliformes termotolerantes o los llamados fecales, se encuentran alterados en su valor hasta en un 180 % mayor, pasando excesivamente el valor de los ECAs, el valor más alto fue 360 UFC/ 100 ml.

Palabras clave: Laguna azul, calidad de agua, categoría, nitratos, fosfatos, Coliformes fecales.

ABSTRACT

The following investigation titled as: "Determination of the water quality of the blue lagoon of Sauce for its use according to the Environmental Quality Standards (ECAs)", we can say that currently Blue Lagoon water has not been specifically identified for its use and exploitation, there is little data that is counted in relation to the physicochemical and biological characteristics of this lagoon and, therefore, its quality.

Whose main objective is to determine the water quality of the Blue Lagoon for its use according to the Environmental Quality Standards, this according to a set of procedures to achieve the specific objectives proposed; The information of each point was collected within a period of thirty (30) days, for a space of three (3) months; in four (4) points, with a total of twelve (12) samplings. And the physicochemical and bacteriological analyzes were carried out in the analysis laboratory of the National University of San Martín, Faculty of Ecology, and in the Anaquimicos laboratory; taking into account the procedures established for the determination of parameters such as: dissolved oxygen, fecal coliforms, pH, biochemical oxygen demand, nitrates, phosphates, temperature, turbidity and total dissolved solids.

Concluding that the water quality of the Blue Lagoon, for use according to the Environmental Quality Standards, determined in the DS 004- 2017 MINAM, is of category 1, subcategory B, qualified as waters for recreational use, being able to qualify as waters Primary contact and secondary contact. But this does not imply that it is totally free of any contaminant because it was determined that there is contamination in the Sauce lagoon: the thermo tolerant or fecal coliforms are altered in their value by up to 180%, exceeding the value of the RCTs, the highest value was 360 CFU / 100 ml.

Keywords: Blue lagoon, water quality, category, nitrates, phosphates, fecal coliforms.



INTRODUCCIÓN

La laguna Azul, es un gran atractivo turístico ubicado en el distrito de Sauce, la cual tiene bastante variedad ecológica, y como principal fuente económica y paisajística del lugar, está siendo sobre explotado de muchas maneras, y más por el poco cuidado y poca conciencia que tienen las personas que visitan el lugar. Todas las actividades que en ella se realizan afectan de una manera u otra la calidad de la misma, estas actividades van desde la pesca, la escorrentía de los cultivos y la navegación como una de las actividades turísticas.

La importancia de conservar los recursos hídricos superficiales, es primordial para el desarrollo del país, en muchos de los aspectos, económicos, sociales y culturales y tan importantes para la conservación biológica de flora y fauna; por lo cual, es una tarea inaplazable el manejo sostenible de los recursos hídricos, y todo eso solo se puede hacer cuando conocemos información verídica de la situación física, química y biológica de la situación hídrica, dando prioridad a la búsqueda de soluciones para detener el deterioro ambiental del mismo.

Existen muchos estudios de los diferentes ecosistemas acuáticos, pero el monitoreo continuo de los cuerpos de agua aunado a sus variaciones espaciales y temporales generan grandes y complejas matrices de datos que son de difícil interpretación, pues se toman en cuenta muchos parámetros que influenciados por distintas actividades crean sus propias consecuencias. En ese sentido, se requieren herramientas que ayuden a una fácil interpretación para que los administradores de los recursos hídricos puedan comunicar a la sociedad el estado que guarda el recurso. Para lo anterior se han generado numerosos índices de calidad del agua (ICA) que pueden conjuntar una gran cantidad de información y generar un único valor que defina, a través de una escala, una calificación del recurso, así también se hace uso de las normas y leyes promulgadas y estudiadas en el país para la consideración mínima de la situación ambiental en cuanto al agua, de esta forma estaremos recurriendo frecuentemente a los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, conocido como los ECAs (DS 004- 2017 MINAM).

Es evidente que hoy en día a nivel mundial todo tipo de agua está siendo explotado con mayor rapidez y sin ningún tipo de control; en mucho de los casos utilizados como desagaderos, siendo los Lagos y Lagunas los más afectados por este problema, puesto que su poder regenerativo es mucho más lento al no contar con un flujo constante de sus aguas.

El impacto que están teniendo los recursos hídricos en nuestro país, son muy alarmantes; la Laguna Azul no es la excepción, siendo un cuerpo de agua que, por su ubicación geográfica, cuenta con poblaciones cercanas, que desechan sus residuos sólidos y líquidos a este lugar; y que propician su eutrofización y la proliferación de vectores. En muchos de los aspectos poco saludables que se practican, no se están considerando los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, pues es muy necesario dar un uso y empezar a cuidar este recurso. Tomar conciencia y disminuir el impacto ambiental del cual está siendo objeto los lagos y lagunas evitarán su deterioro acelerado; es momento de presentar proyectos que salvaguarden este valioso recurso (Duarte, 2014).

Actualmente el agua de la Laguna Azul no ha sido identificada específicamente para su uso y aprovechamiento, son poco los datos que se cuentan en relación con las características fisicoquímicas y biológicas de esta Laguna y por ende de su calidad; y que son necesarias evaluar continuamente para ver su deterioro y posible uso que se le puede dar de acuerdo a las normativas de aprovechamiento de los recursos hídricos en el Perú.

Reconociendo que tenemos a una laguna expuesta a un sin número de actividades turísticas, pesqueras y agrícolas, es que se ha planteado: ¿Cuál es la calidad del agua de la Laguna Azul de Sauce para su uso según Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)?, respondiendo a esto tal vez, se podría apoyar en las constantes decisiones respecto a su uso en aquel lugar.

Teniendo como objetivo principal referente a lo expuesto en determinar la calidad del agua de la Laguna Azul para su uso según los Estándares de Calidad Ambiental, esto implicaría realizar y cumplir otros objetivos como la evaluación de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de la Laguna Azul, comparar los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos obtenidos con los ECAs para determinar el uso y aprovechamiento.

Existe una diversidad de razones que justifican el estudio, incluyendo la magnitud del problema de la contaminación del agua, consideraciones socioeconómicas que intervienen y la influencia del área de estudio en el desarrollo de la localidad de Sauce y la Región.

La Laguna Azul de Sauce, posee gran importancia para el desarrollo de todas las actividades que la comunidad realiza, incluyendo en ella la recreación, el agro, conservación de especies acuáticas, el consumo humano, entre otras.

En la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido a que personas que viven en condiciones precarias sobreexploten los recursos naturales, lo cual afecta negativamente a la calidad del recurso agua.

Según los actores, la causa de los problemas es la destrucción de los bosques, uso inadecuado del suelo, la falta de conciencia de conservación de los recursos naturales y el bajo nivel de estudio de los pobladores. Sobre ello casi todos coinciden en la contaminación e insalubridad existente como efecto inmediato de la degradación de los recursos.

El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenazando así la salud humana y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por el agua de calidad; mucho más en ecosistemas acuáticos cerrados como lagos y lagunas.

Cada vez existe menor cantidad de agua de buena calidad para el consumo; lo que se refleja en la gran cantidad de enfermedades, estomacales y diarreicas. Frente a ello, nace la preocupación de realizar estudios de estos recursos hídricos, con la finalidad de conocer si se le está dando un buen uso y aprovechamiento.

Sauce, una población con un gran potencial turístico, tiene una excelente fuente de agua (La Laguna Azul), que es sin lugar a duda el mayor potencial para el desarrollo de sus actividades. Pero no todo es color de rosa, es propicio conocer si dichas aguas están siendo usadas y aprovechadas de forma eficaz.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A. Internacionales

Vinelli (2012), realizó un estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito San Pedro de Lloc, en este proyecto se diseñó y ejecutó un protocolo de monitoreo de agua subterráneas para esta zona. En los pozos seleccionados se tomó muestras para análisis de parámetros fisicoquímicos y, en particular, contenido de nitratos, bajo metodologías estándar EPA o SM-AWWA. Las estaciones de muestreo fueron elegidas en zonas agrícolas, ganaderas y urbanas. Los análisis revelaron una concentración de nitratos inferior a los límites de calidad válidos en el país a la fecha de estudio, lo cual es una respuesta tranquilizadora pero puntual. El pH se encuentra en el rango establecido para su categoría. En cuanto a la conductividad, sólo un pozo da un valor de conductividad mayor al límite. En ningún caso, los cloruros sobrepasan los límites legales y, observándose concentraciones más altas en los pozos abandonados o cercanos al mar. Más del 90% de las estaciones de muestreo se encuentran en categoría de aguas muy duras, es decir, concentraciones superiores a 300 mg CaCO₃/L. Un pozo en un área de actividad agrícola intensa presenta niveles de ortofosfato mayores durante el segundo muestreo, lo que muestra la relación directa actividad agrícola-calidad de agua. En el caso de los metales, las concentraciones obtenidas de plomo, cadmio, hierro y cobre están por debajo de los límites establecidos.

Espinal et. al (2013), en su trabajo de investigación sobre: Evaluación de la calidad del agua en la laguna de Yuriria, Guanajuato, México, mediante técnicas multivariadas, el presente estudio es resultado de valoraciones de las características físicas y químicas del agua correspondientes a dos periodos (2005 y 2009-2010); Los resultados revelan que la laguna presenta un alto grado de eutrofización, con aportes de materia orgánica y fecal; se encontraron variaciones temporales en la calidad del agua que manifiestan los efectos de las estaciones de estiaje y la de lluvias. Se detectó una sequía extrema en el segundo período de estudio, lo que contribuyó a la

concentración de los nutrientes y otros factores como los sólidos suspendidos que aportan los tributarios.

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (2010), La presente investigación tiene como objetivo estudiar la situación actual de la calidad del agua de la Laguna de Metapán en El Salvador, a través de la aplicación del Índice de Calidad de Agua y la evaluación de su aptitud de uso para actividades recreativas con contacto humano y riego; llegando a concluir que la Laguna de Metapán presenta en general una calidad de agua que varía de “Regular” a “Buena”, según el Índice de Calidad de Agua (ICA), siendo la zona adyacente al Río San José la que presenta siempre una calidad agua “Regular” debido a que dicho río traslada las aguas residuales y basura de la Ciudad de Metapán.

Ávila et. al (2008). En la investigación sobre: Índices de calidad del agua de la laguna de Zupitlán, municipio de Acatlán-México, estado de Hidalgo, se realizaron diversos análisis fisicoquímicos al agua de la Laguna de Zupitlán, en los meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2008 para establecer su calidad en función a su uso. Llegando a la conclusión de que su calidad como agua de riego es aceptable, salvo su baja salinidad y su elevada concentración de Cadmio.

Colasurdo et. al (2011), en la investigación titulada: Análisis de la calidad del agua de la laguna De los Padres: potencial uso para riego, el objetivo del trabajo es evaluar la calidad del agua para riego de este ambiente en el marco de un programa de gestión ambiental del recurso hídrico regional. Los muestreos se realizaron entre 2004 y 2006 mediante técnicas estandarizadas. El agua de la laguna es bicarbonatada-sódica y alcalina. Según la FAO los valores de conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos indican riesgo ligero a moderado de producirse problemas de salinidad. De acuerdo a U.S. Salinity Laboratory Staff el agua es altamente salina con baja restricción de uso por sodicidad. El potencial osmótico promedio fue -28,6 kPa. El carbonato de sodio residual fue superior a 2,5 mmol.L⁻¹, por lo que no sería adecuada para riego por tendencia a precipitar carbonato de calcio. Pese a su menor salinidad respecto el agua subterránea, presenta algunas restricciones en su uso; si bien considerando las propiedades del suelo y el régimen de lluvias sería factible su utilización. Sería necesario realizar un monitoreo periódico de salinidad del suelo,

considerar tipo de cultivo, accesibilidad, clima y nivel hidrométrico mínimo de la laguna.

B. Nacionales

Inga et. al (2015), en la investigación titulada: Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa – Puno, se concluyó que las truchas cada tres meses, registrándose consumo de alimento e incremento de biomasa, en este periodo se manifestaron diferencias significativas en acidez, dióxido de carbono, fosfatos y conductividad eléctrica. Los sólidos suspendidos totales demostraron una disminución. La alcalinidad, pH y oxígeno disuelto permanecieron constantes.

Minaya (2016), en la tesis de investigación titulada: Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocho, época de transición creciente - vaciante. Iquitos; el trabajo tuvo como objetivo determinar las características físicas, químicas y microbiológicas (coliformes termotolerantes) en los meses de abril, mayo y junio del año 2016 del agua de la laguna Moronacocho, la misma que fue comparada con los valores provenientes de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de Perú, en la categoría IV: Conservación del ambiente acuático, llegando a la conclusión que los parámetros Sólidos Suspendidos Totales (TSS), Potencial de Hidrógeno (pH), Oxígeno Disuelto (OD) y Coliformes Termotolerantes no cumplieron con los ECAs, por otra parte, el resto de parámetros se encuentran dentro de los valores establecidos.

1.2.Bases teóricas

1.2.1. Los humedales

Los humedales, son ecosistemas que se encuentran entre los ecosistemas acuáticos y terrestres (Committee on Characterization of Wetlands, 1995). Se puede decir que son zonas donde el agua controla el medio, la vida vegetal y la vida animal. Los humedales se presentan en lugares donde la capa freática está en la superficie terrestre o cercana a ella, y en lugares donde la tierra está cubierta por agua (Alvares, 2016).

Clasificación de humedales

Los humedales marinos y costeros pueden ser aguas marinas someras permanentes (humedales que tengan menos de 6 m de profundidad en marea baja); costas marinas rocosas, islotes rocosos y acantilados; playas de arena o de guijarros, incluidos las barreras, bancos, cordones, puntas e islotes de arena; sistemas y hondonales de dunas; estuarios (donde se mezcla agua dulce con agua salada); bajos intermareales de lodo, de arena o con suelo salinos; pantanos y esteros (zonas inundadas con agua dulce o salada); humedales intermareales arbolados incluidos pantanos, manglares y bosques inundados de agua dulce; lagunas costeras salobres/saladas, esto es lagunas de agua entre salobre y salada con, por lo menos, una conexión al mar relativamente angosta; y lagunas costeras de agua dulce (Alvares, 2016).

Los humedales continentales, pueden ser lagos permanentes salinos, salobres o alcalinos; lagos y zonas inundadas estacionales o intermitentes, salinas, salobres o alcalinas; manantiales de agua dulce (oasis) (Alvares, 2016).

Los humedales artificiales pueden ser estanques de acuicultura; estanques artificiales; tierras de regadío, incluidos canales de regadío y arrozales; tierras agrícolas inundadas estacionalmente, incluidos praderas y pasturas; zonas de explotación de sal, esto es, salinas artificiales, salineras, etc.; áreas de almacenamiento de agua, reservorios, diques, represas hidroeléctricas, estanques artificiales; excavaciones: canteras de arena y grava, piletas de residuos mineros; áreas de tratamiento de aguas servidas, i.e., piletas de sedimentación, piletas de oxidación; canales de transportación y de drenaje, zanjas (Alvares, 2016).

1.2.2. Lagos

Son sistemas jóvenes, a escala geológica. La mayor parte de los lagos, permanecen desde pocas semanas o meses, -las estacionales-, a varios cientos de años, las más duraderas. Con el paso del tiempo acaban llenándose de sedimentos y colmatándose. Por este motivo la diversidad de especies es baja pues, aunque por su aislamiento debía ser alta, su corta duración no da tiempo

a la aparición de nuevas especies. Una notable excepción es el lago Baikal, que se encuentra en Rusia, que es antiguo, y tiene muchas especies propias (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

En un lago grande se distinguen las siguientes zonas:

Zona litoral: Con vegetación enraizada a lo largo de la orilla.

Zona limnética: Aguas abiertas con fitoplancton.

Zona profunda: Con organismos heterótrofos por falta de luz suficiente para hacer fotosíntesis.

En las regiones templadas las aguas de los lagos suelen estar fuertemente estratificados en el verano. La parte superior más cálida (epilimnion) se aísla de la más fría (hipolimnion) por una zona llamada termoclina que actúa como barrera ante el intercambio de materiales. Esto hace que pronto sean insuficientes el suministro de O₂ en el hipolimnion y de nutrientes en el epilimnion. Cuando llega el otoño se enfría la capa superior y, con la acción del viento las aguas se mezclan. Al mezclarse las aguas suele haber explosiones de fitoplancton porque la agitación del agua hace aflorar nutrientes a la superficie (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

La producción primaria en estos ecosistemas suele depender de la naturaleza química de la cuenca y de los aportes que le llegan por afluentes o desde el fondo. Los lagos someros suelen ser más fértiles, porque a más profundidad hay menos producción (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

- **Lagos eutróficos y oligotróficos**

Según la abundancia de nutrientes (fosfatos y nitratos) en el lago se distinguen dos tipos:

a) Eutróficos.- Con las aguas ricas en nutrientes lo que facilita la proliferación de las algas. Cuando las algas mueren son descompuestas por las bacterias en procesos aeróbicos que consumen el oxígeno. Al terminarse el oxígeno muchos restos orgánicos quedan depositados en el fondo sufriendo procesos

anaeróbicos que desprenden H₂S (malos olores) y otros gases, dando un aspecto nauseabundo a las aguas en los casos de eutrofización extrema (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

En estos lagos la luz penetra con dificultad en el agua y los seres vivos que se encuentran son los característicos de las aguas pobres en oxígeno (barbos, tencas, gusanos, etc.).

b) Oligotróficos.- Sus aguas son pobres en nutrientes y, por tanto, las algas no proliferan excesivamente, las aguas son claras y penetra la luz con facilidad, hay oxígeno en abundancia y la flora y la fauna es típica de aguas bien oxigenadas (truchas, larvas de libélulas, etc.).

Muchos lagos tienen en la actualidad importantes problemas de la eutrofización artificial. Les llegan muchos aportes de nutrientes procedentes de las actividades humanas, lo que origina un gran crecimiento de algas y de muchos organismos heterotróficos que hacen desaparecer el oxígeno, generándose procesos de anaerobiosis, y, por tanto, olor desagradable, desaparición de fauna acuática, como las truchas, entre otras especies (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

- **Embalses y lagos artificiales**

El hombre ha dominado los ríos desde tiempo inmemorial construyendo presas. Los primeros embalses fueron construidos en Mesopotamia hace miles de años. En España hay algunos todavía en uso construidos por los romanos (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

En la actualidad regulan una cuarta parte del caudal total de los ríos de la Tierra. Se usan para obtener energía (1 MW por cada 3 o 4 Hm³ de agua), para irrigar, para regular caudales, para beber, para refrigerar plantas eléctricas, térmicas o nucleares, para deporte y recreo, etc.

También presentan algunas ventajas ecológicas. Por ejemplo, sustituyen a muchos humedales desaparecidos en las rutas de emigración de las aves, o mejoran la calidad del agua emitida por el embalse porque muchas sustancias

se han quedado en los sedimentos. Sin embargo, en muchas ocasiones sepultan bajo las aguas tierras fértiles y alteran la forma de vida de poblaciones enteras (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

Causan problemas a los peces migratorios, a veces insuperables, por ejemplo, al salmón que tiene que ascender por el cauce del río para desovar en el tramo alto. También los embalses grandes situados en los tramos medios del río provocan importante disminución de la diversidad biológica. Otro factor que hay que tener en cuenta a la hora de decidir su construcción es que se van colmatando (llenando de sedimentos) y envejecen y desaparecen en unos 60 a 100 años (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

- **Zonas húmedas, ciénagas y pantanos**

A las zonas húmedas se les puede aplicar gran parte de lo expuesto para los estuarios. Son muy fértiles, con una gran productividad primaria e imprescindible para la supervivencia de muchas especies.

Las fluctuaciones de agua por mareas o fuertes lluvias y los incendios estacionales las hacen más fértiles, porque liberan nutrientes solubles. Si no hay estas fluctuaciones se van acumulando sedimentos y turba que facilitan la invasión por la vegetación terrestre y el humedal desaparece. Tienen, también, un especial interés porque mantienen a los acuíferos que hay en su cercanía y los van rellenando de agua (<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>).

1.2.3. Importancia del estudio de las lagunas

El estudio que trata de los lagos constituye la Limnología, ciencia derivada de la Biología, que tiene por objeto el estudio e investigación de la productividad biológica de los cuerpos de agua intraterrestres y de todas aquellas influencias causales que impliquen factores físicos, químicos, biológicos, meteorológicos, geológicos que determinan las características y la cantidad de la productividad (Duarte, 2014).

1.2.4. Calidad del agua

El agua es el solvente universal de la naturaleza, por su contacto con la atmósfera o el suelo hace que se incorporen dentro de ella una gran cantidad de elementos como: gases, sales, minerales y microorganismos, todos estos elementos determinan las características del agua en la naturaleza (Saravia, 2007).

Al conjunto de características del agua en su estado natural o después de ser alterada por su uso, se denomina: calidad del agua y se refiere a una condición o estado de la sustancia, usualmente se describe mediante indicadores o parámetros (Saravia, 2007).

Generalmente, tres son los objetivos fundamentales de la calidad del agua:

- Determinar la calidad del agua en su estado natural, con el propósito de conocer su uso o aprovechamiento para un fin determinado. Así como protegerla y conservarla.
- Determinar el impacto de las actividades humanas sobre los cuerpos de agua.
- Mantener bajo observación las fuentes y medios de contaminación que pueden ser potencialmente peligrosos a los cuerpos de agua (Saravia, 2007).

Se denomina calidad de agua a la característica que se le atribuye al líquido en el momento de su uso, (Romero et. al, 2013). La misma se ve afectada por distintos factores debido al tratamiento que se le da antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua. Con el fin de evaluar, determinar la calidad o grado de contaminación del agua se han diseñado diversos métodos, los cuales muestran los índices de contaminación en el agua.

No existe en una totalidad el agua químicamente pura, ya que al estar en contacto con cualquier tipo de elemento alteran su composición y por ende su calidad. Estos métodos tienen distintos parámetros tanto físicos, químicos como microbiológicos, (Sierra, 2011). Una vez analizados se debe comparar

con la normativa correspondiente para determinar si el uso directo del agua es seguro o si es necesario algún tratamiento previo.

Parámetros de calidad

pH: El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H^+). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos. Todos los organismos están sujetos a la cantidad de acidez del agua y funcionan mejor dentro de un rango determinado (Carbotecnia, 2014).

Nitratos: El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO^3 . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO^2). El nitrato es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales. Debe ser controlado en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los bebés azules”. Aunque los niveles de nitratos que afectan a los bebés no son peligrosos para niños mayores y adultos, sí indican la posible presencia de otros contaminantes más peligrosos procedentes de las residencias o de la agricultura, tales como bacterias o pesticidas (Lenntech, 2017).

Fosfatos: Los fosfatos son compuestos PO^4 , su aumento en el agua provoca el crecimiento de las algas, que en el peor de los casos puede llevar a la eutrofización de las aguas superficiales (Puth, 2010).

DBO: Es la cantidad de oxígeno requerida para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia en un período de 5 días. Se expresa en mg/L, y corresponde a la diferencia entre el oxígeno inicial y el oxígeno restante al final de la prueba (Coral, 2013).

Sólidos totales: Es la materia que queda como residuo de evaporación de un litro de agua a una temperatura comprendida entre los 103 y 105 grados centígrados. Los sólidos totales están compuestos por materia flotante, en suspensión, material coloidal y minerales disueltos. Puesto que la naturaleza de cualquiera de estos sólidos puede ser orgánica o inorgánica y la fracción orgánica se oxida y expulsa como gas a los 600 grados, restando la materia inorgánica como ceniza, se habla de sólidos suspendidos volátiles y sólidos suspendidos fijos (Coral, 2013).

Turbidez: La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; y en dispersión coloidal (Coral, 2013).

1.2.5. Clasificación del agua por su uso

- **Aguas alimenticias:** Aquellas que se emplean para beber y elaborar los alimentos.
- **Aguas agrícolas:** Se utilizan para el riego de campos agrícolas.
- **Aguas para generación de energía:** Se emplean para generar energía eléctrica y mecánicamente, mediante el uso de motores y generadores.
- **Aguas industriales:** Se emplean en la industria, en calderas, operaciones de limpieza, operaciones de enfriamiento, etc.
- **Aguas domésticas:** Se distribuyen entre los hogares de la población para su uso, como: lavado de pisos, lavado de ropa, baño, sanitarios, etc.
- **Aguas para recreación:** El hombre encuentra en el agua un medio de esparcimiento y diversión como nadar y navegar, etc. (Saravia, 2007).

Tabla 1*Clasificación del uso del Agua en el Perú*

Categoría 1: Poblacional y recreacional			Categoría 3		Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	
Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación		Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	Ecosistemas costeros
A1	A2	A3	B1	B2		
Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección			Contacto primario		Vegetales de tallo bajo	Lagunas y lagos
Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional			Contacto secundario			
Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado					Vegetales de tallo alto	Costa y Sierra
					Parámetros para bebidas de animales	Selva
						Estuarios
						Marinos

Fuente: DS 004- 2017 MINAM

1.2.6. Marco geográfico de la zona de estudio

La zona de estudio se ubica en la Laguna de Sauce, llamado también Laguna Azul, es un bello espejo de agua de 350 hectáreas ubicado a las orillas del pueblo del mismo nombre siendo actualmente el destino turístico más visitado de San Martín. Su primer nombre fue Laguna de Saucicocha, en razón de los árboles de Sauce, planta medicinal que abundaba y ahora ha desaparecido (Cudeña, 2017).

La agradable temperatura del agua de la laguna oscila entre los 25° C (77° F) a 28° C (82,4° F) y las hermosas tonalidades verduscas y azuladas que ésta toma por el reflejo del cielo y la abundante vegetación que la circunda, hacen de ella un lugar paradisiaco. Sus características son: Superficie 4'308,000 m²,

Longitud máxima: 5,000 m. Profundidad: 37.5 m, Volumen Total: 79'806,147 m³ y situado a una altura de 700 m.s.n.m. Pintorescos albergues y alojamientos se ubican adyacentes a sus riberas lo que permite al visitante disfrutar de los bellos amaneceres a orillas del lago. El Caserío Dos de Mayo en una de sus orillas es también un paraje natural de mucho encanto. La laguna es hábitat de Fauna silvestre, aves: garzas, martín pescador, sachapatos, águilas, pescadoras, anfibios, reptiles, etc. y de Fauna acuática: peces (bujurcos, carachama, bagres y mojarra), crustáceos (camarón cangrejo); moluscos (churos, caracol de agua dulce y almejas). Además, se encuentran anfibios y reptiles (Cudeña, 2017).

La laguna está rodeado de pastizales y centros turísticos, así como el mismo centro poblado de Sauce, Caserío Dos de Mayo y también las instalaciones del Centro Piscícola Sauce del Ministerio de Pesquería. En su entorno se realiza actividades agrícolas: maíz, frijol, plátano, yuca, árboles frutales como cítricos y últimamente arroz bajo riego, producción pecuaria como crianza de ganados vacuno, ovino, caballos y aves de corral (gallinas, patos, etc.). La riquísima flora de este lugar es una de sus características, abundando variedades como la uña de gato o garabato bachuja, ajo sachá, ayahuasca, cola de caballo, chuchuhuasha, malva y paico (Cudeña, 2017).

Esta laguna también es muy visitada porque en su lecho se encuentran las reconocidas perlas rosadas. Finalmente tiene uso como transporte vía lacustre, los pobladores utilizan desde canoas hasta botes a remo. Deslizadores de aluminio con motores fuera de borda (transporte de personas y carga). Para el embarque y desembarque existen puertos artesanales, con plataformas de madera con techos contruidos de palma. La Laguna es propicia para la práctica de la pesca, el sky, la navegación en bote motor, natación y vela, o simplemente balancearse en una hamaca al borde de este paraíso líquido circundado por una espesa jungla, hacen que esta laguna sea una tentación irresistible (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Inventario de Recurso Turístico, 2017).

La laguna es un cuerpo de agua de tipo lenticó, de hundimiento tectónico, con una extensión de 430.80 ha. El centro poblado de Sauce se sitúa en la franja

costera limpia, rodeado de pastizales y centros turísticos así como el Centro Piscícola Sauce del Ministerio de Pesquería. El estado actual es regular, presentan contaminación de agroquímicas de cultivos de arroz aledaños a la laguna Cudeña, 2017).

Distrito de Sauce

Situado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, la capital se encuentra situada a 614msnm y 51 km al sur de la ciudad de Tarapoto, cruzando el río Huallaga, a 6°42'12" de latitud sur y 76°15'15" longitud oeste (Cudeña, 2017).

1.2.7. Marco legal e institucional

Estándares de Calidad del Agua en el Perú

Para una investigación exhaustiva se presentan los datos en Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM; Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación.

En ella se estipulan los Límites Máximos Permisibles de los Parámetros que se quieren evaluar de acuerdo a las distintas Categorías de Uso. Para este proyecto se tendrá en cuenta los siguientes:

Tabla 2

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Parámetros	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizada con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto primario	Contacto secundario
		Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Físicos y químicos						
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	“	“
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	“
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6 – 9 (2,5)	“
Turbiedad	UNT	5	100	“	100	“
DBO	mg/L	3	5	10	5	10
Biológicos						
Coliformes Totales (35 – 37 °C)	NMP/100 MI	50	5 000	50 000	1 000	4 000

Fuente: DS 004- 2017 MINAM

Tabla 3

Categoría 3-A: Riego de vegetales

Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto		
Parámetros	Unidad	Valor
Fosfatos – P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ – N)	mg/L	10
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
DBO	mg/L	15
Coliformes Totales	NMP/100 ml	5 000 (TB) y 5 000(3) (TA)

Fuente: DS 004- 2017 MINAM

Tabla 4

Categoría 3-B: Bebidas de animales

Parámetros para bebidas de animales		
Parámetros	Unidad	Valor
Nitratos (NO ₃ – N)	mg/L	50
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,4
DBO	mg/L	<= 15
Coliformes Totales	NMP/100 ml	5 000

Fuente: DS 004- 2017 MINAM

Tabla 5

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidades	Lagunas y lagos
Físicos y químicos		
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 5
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
DBO	mg/L	< 5
Fosfatos Totales	mg/L	0,4
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	5
Biológicos		
Coliformes Totales	NMP/100 ml	2 000

Fuente: DS 004- 2017 MINAM

1.3. Definición de términos básicos

- **Calidad:** Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.
- **Ecosistema:** Es un sistema natural vivo que está formado por un conjunto de organismos vivos y el medio físico en el cual se relacionan.
- **Balance hídrico:** Se refiere a la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico como de los consumos de agua de los diferentes sectores de

usuarios en un espacio determinado, cuenca, y la interrelación entre ellos (Vargas, 2011).

- **Agua:** Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H_2O).
- **Uso:** Del latín usus, el término uso hace referencia a la acción y efecto de usar (hacer servir una cosa para algo, ejecutar o practicar algo habitualmente).
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, 2010).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Equipos e instrumentos a utilizados

Equipos

- Hach DR 900 multiparámetro
- Turbidímetro

Instrumentos

- GPS
 - Cámara Fotográfica Digital
 - pH metro
- **Diseño del Sistema de Captura de Información**
 - El equipo utilizado en la toma de información fue el DR 900 multiparámetro.



Ilustración 1: DR 900

Que sirvió para capturar los parámetros *in situ* como la temperatura, sólidos totales disueltos y turbidez.

- Para poder contrarrestar los datos en el mismo lugar, además se utilizó un pH metro, para el pH.



Ilustración 2: pHmetro

- **Parámetros evaluados**

- **Parámetros *in situ*:**

- Temperatura
- pH
- Sólidos totales disueltos
- Turbidez

- **Parámetros *ex situ* (Laboratorio):**

- Nitratos
- Fosfatos
- Oxígeno Disuelto
- Color
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Coliformes Termotolerantes

2.2. Técnicas de recolección de datos

Método introspectivo

- **Determinación y ubicación de los puntos de muestreo**

Para la determinación y ubicación de los puntos de muestreo se tomaron las siguientes pautas:

Se tomaron cuatro (4) puntos de muestreo, detallados en el siguiente cuadro:

Tabla 6*Coordenadas geográficas de la zona de estudio*

Ubicación	Este	Norte
Punto 1	364517.25	9255949.1
Punto 2	365664.27	9256969.6
Punto 3	365853	9258162
Punto 4	365740	9260012

- Están ubicadas estratégicamente para abarcar gran parte en extensión de la Laguna Azul. (*Véase en el ANEXO 2*)
- Las coordenadas geográficas dependieron de los criterios como las distancias y la cercanía a ciertos lugares donde hay mucho tránsito de la población.
- Una vez seleccionado los puntos y ubicación de la toma de muestras, estas no variaron.

- **Recolección de muestras**

Se recolecto los datos, tomando la información de los (4) cuatro puntos estratégicos ubicados en la Laguna Azul y que básicamente consistió en:

- Se recopiló la información de los puntos en un lapso de treinta (30) días, por un espacio de tres (3) meses, en cuatro (4) puntos, con un total de doce (12) muestreos.
- De cada punto se recogieron tres (3) muestras, cada una a 20 cm de profundidad (**solo para parámetros *Ex Situ***).
- Para la determinación cuantitativa de los parámetros in situ se recolecto una muestra de 500 ml en cada punto para su evaluación en un recipiente.

Método estadístico y de frecuencias

- **Frecuencia de Monitoreo**

Tabla 7

Frecuencia de Monitoreo

Nº	Puntos de muestreo	Recojo de muestra	Tiempo total muestreo
1	Primer Punto (1)	1 vez al mes	3 meses
2	Segundo Punto (2)	1 vez al mes	3 meses
3	Tercer Punto (3)	1 vez al mes	3 meses
4	Cuarto Punto (4)	1 vez al mes	3 meses

2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para detallar la información se involucraron técnicas de procesamiento y análisis de datos de la siguiente manera:

- Los datos obtenidos fueron netamente de tipo **cuantitativo**.
- Para el **registro** de datos se utilizaron cartillas como las mostradas en los Anexos; que fueron llenadas en **forma manual**.
- Posteriormente, una vez revisado los datos de las cartillas fueron procesados en **formato digital**.
- La agrupación de los datos, fueron de acuerdo a cada uno de los **parámetros establecidos** en la evaluación; teniendo en cuenta que las variables son de tipo cuantitativo, para luego ser tabuladas.
- En la tabulación se utilizaron mediciones estadísticas básicas como: **Frecuencia absoluta, relativa y porcentual**; siempre teniendo en cuenta la influencia acumulativa.

- Al final se simplifico los datos en planillas de resumen digital, para que tenga utilidad en las posteriores investigaciones y proyectos.
- **Técnicas de análisis de datos**
 - Para el análisis de los datos obtenidos, se utilizó **Excel**; en la que una vez procesada la información, se representó en Gráficos; que proporciona una mayor rapidez de interpretación.
 - Se aplicó, el análisis estadístico de los datos obtenidos en el muestreo, cuantificando la variación en la calidad del agua para consumo humano, en el último año.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Parámetros iniciales físicos, químicos y biológicos del agua de la laguna Azul

Se realizó el análisis de los parámetros *insitu* y *exsitu*, de forma agrupada en los cuatro puntos tomados alrededor de la laguna, que se presentan a continuación:

Tabla 8

Resultados de calidad de agua – Diciembre 2017

Parámetros	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto4	Promedio
Nitratos	mg/L	0.3	1.9	0.3	1.2	0.923
Fosfatos	mg/L	0	0.1	0.02	0	0.03
pH	pH	8.57	8.63	8.44	8.55	8.55
O.D.	mg/L	5.49	5.32	5.71	4.58	5.28
S.T.D.	ppm	328	327	320	325	325
Temperatura	°C	30.5	30.7	31.02	30.05	30.57
Turbidez	UNT	9.57	10.14	6.54	7.34	8.4
DBO ₅	mg/L	8.54	9.14	7.86	9.1	8.66
Color	UPC	55	35	50	20	40

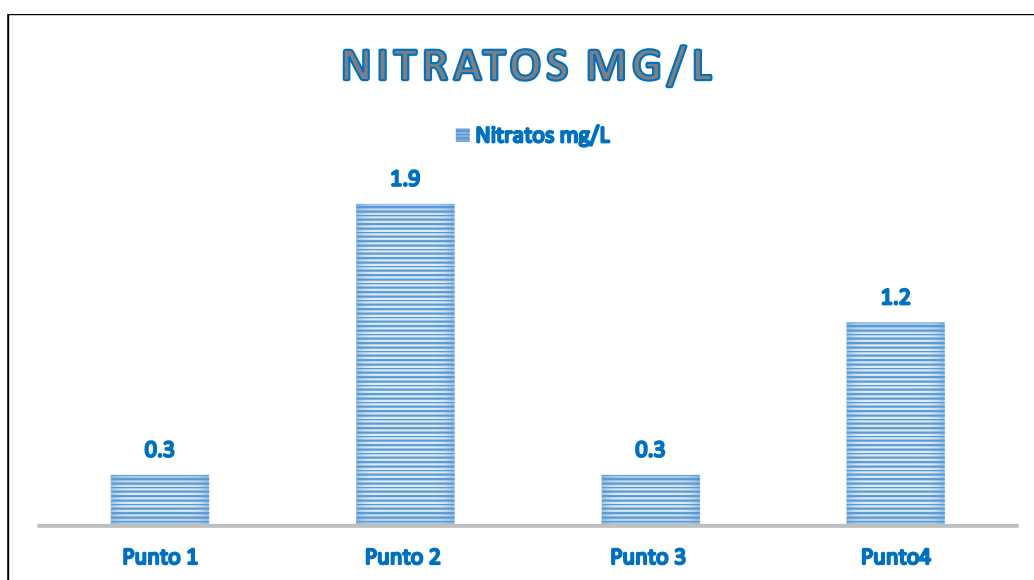


Figura 1. Concentración de nitratos, Diciembre 2017.

Interpretación:

Los nitratos, son un parámetro de baja proporción en el recorrido de la laguna, el valor más alto es de 1.9 mg/L, el cual es aceptable y bastante proporcional en un agua normal y de calidad, y teniendo el valor más bajo de 0.3 mg/L en dos puntos de la laguna; Su presencia natural en las aguas superficiales o subterráneas es consecuencia del ciclo natural del nitrógeno, sin embargo, en determinadas zonas ha habido una alteración de este ciclo en el sentido de que se ha producido un aumento en la concentración de nitratos, debido fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia o riegos.

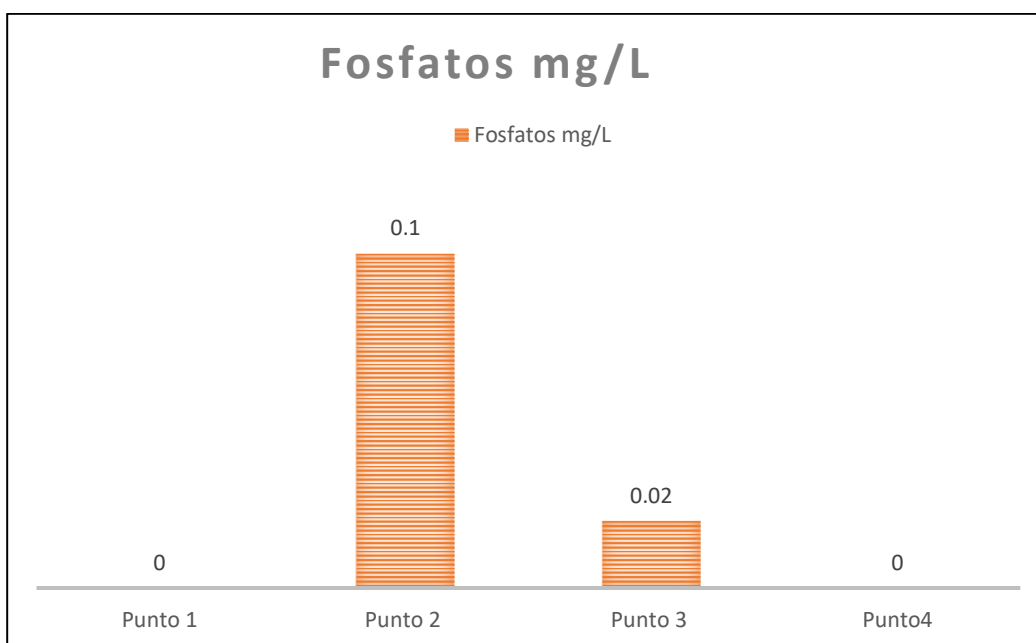


Figura 2. Concentración de fosfatos- Diciembre 2017.

Interpretación:

Los fosfatos, han tenido una presencia poco frecuente y fuerte en la laguna, en el primer y último punto, no se encontraron la presencia de fosfatos, pero en el segundo punto encontramos que esta se encuentra en el límite del estándar de lo exigido en la norma peruana, los compuestos del fósforo son nutrientes de las plantas y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales. Dependiendo de la concentración de fosfato existente en el agua, puede producirse la eutrofización, lo que claramente se observa en algunas zonas de la laguna, con el crecimiento de plantas superficiales.

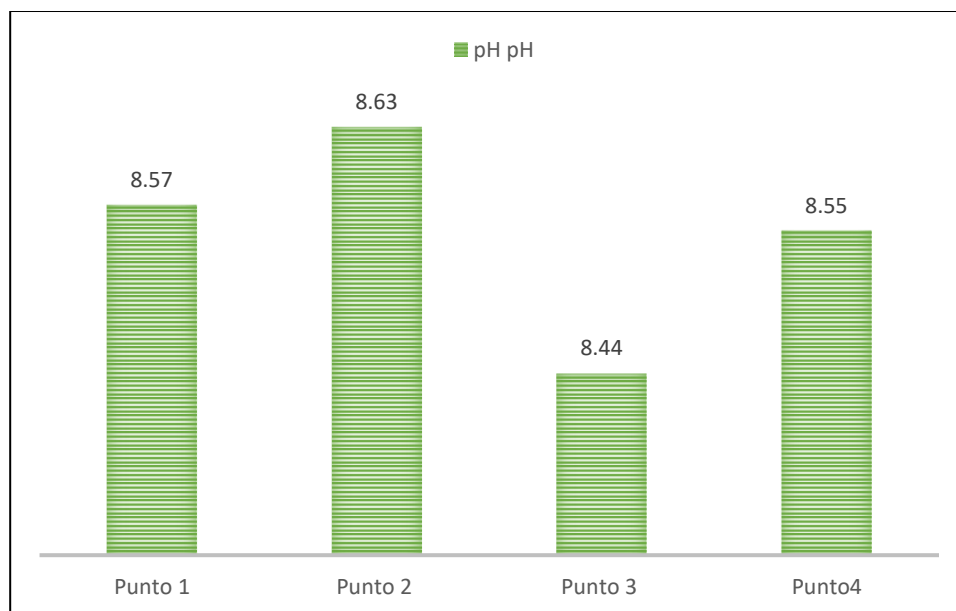


Figura 3. Nivel de pH – Diciembre 2017.

Interpretación:

El pH es un valor que se puede observar con una tendencia básica, pues teniendo el valor más bajo de 8.44, se encuentran cerca de lo ideal, estando en un rango básico superando los 8.5 en los puntos 1, 2 y 4, teniendo el máximo valor en el segundo punto con 8.63, relacionándose con otros parámetros que se encuentran alterados en esta zona de la laguna.

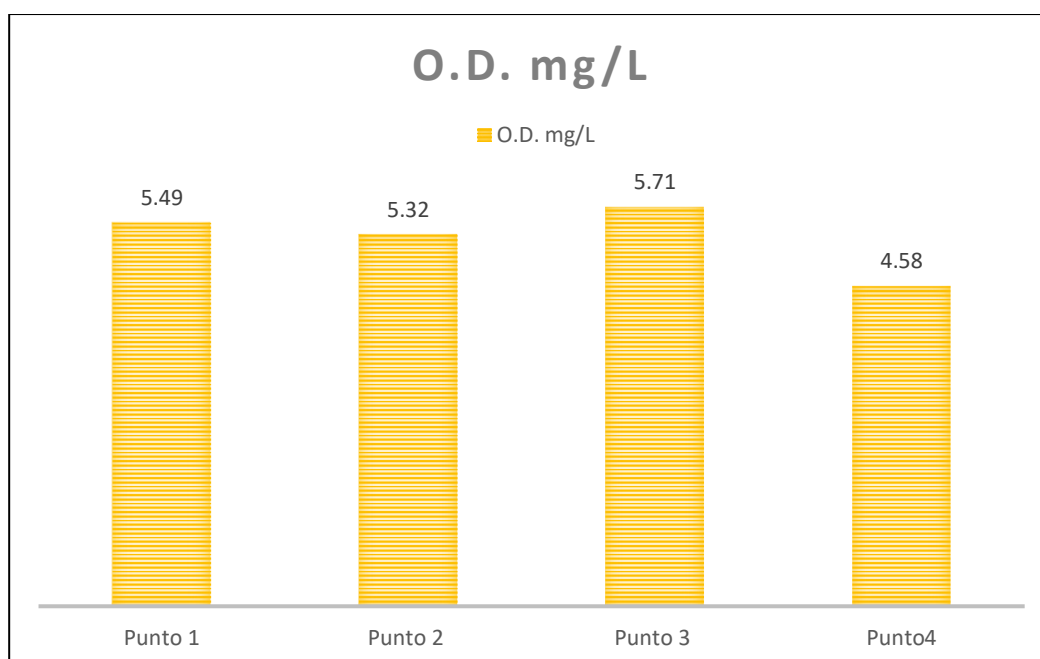


Figura 4. Concentración de oxígeno disuelto - Diciembre 2017.

Interpretación:

El oxígeno disuelto en la laguna, se encuentra en poca proporción, pues lo ideal para que esta pueda tener un nivel de limpieza y depuración mediante la oxidación se hace difícil al contar con poco oxígeno disuelto, pues este tiende a ser consumido por microorganismos y los peces que viven en la misma, los cuatro puntos cuentan con similares valores cercanos a seis, siendo el valor más bajo el del cuarto punto con 4.58 mg/L y el mayor con 5.71 mg/L.

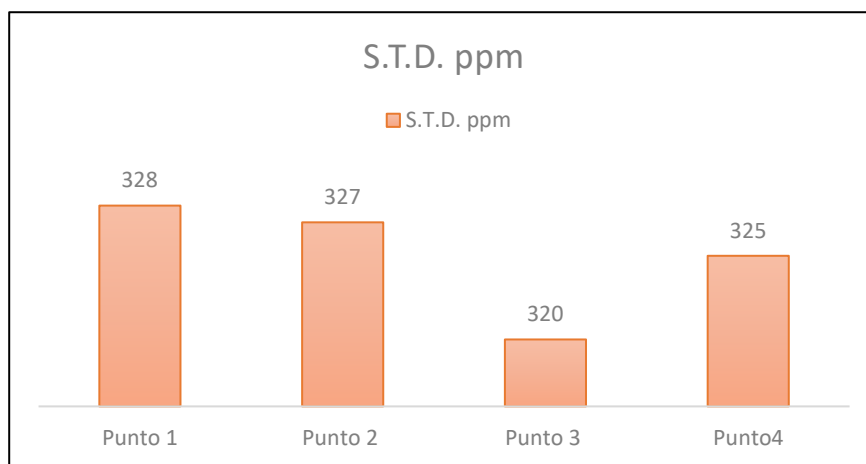


Figura 5. Concentración de sólidos totales disueltos – Diciembre 2017.

Interpretación:

Los Sólidos Totales Disueltos, representan la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua, es un parámetro, bastante tolerable como presencia en la laguna, en todos los puntos no baja de 320 ppm en el tercer punto y su mayor presencia la encontramos en el primer punto con 328 ppm.

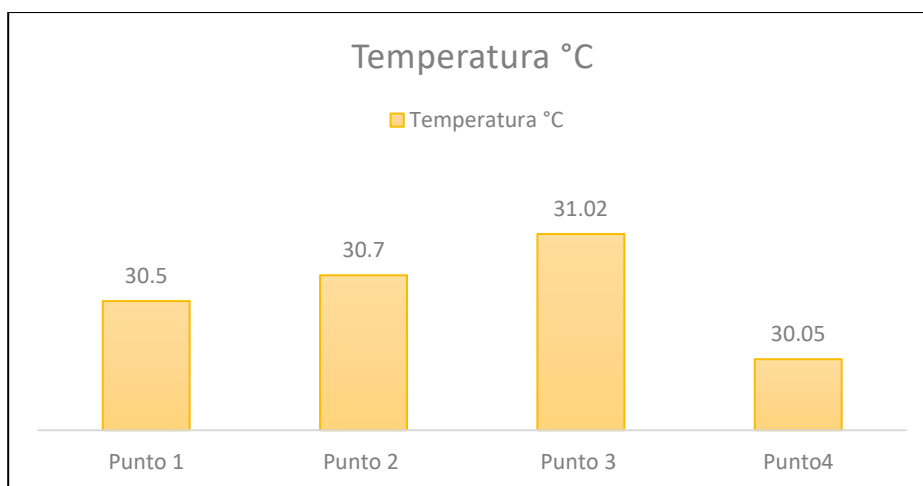


Figura 6. Temperatura – Diciembre 2017.

Interpretación:

La temperatura en la laguna, es alta debido al clima y temperatura ambiente de ese día, esta se encuentra relacionada con las horas del día, aunque precisamente se puede notar que es una laguna con unas temperaturas altas, con aguas calientes cuyo valor más alto medida en grados Celsius es 31.02 °C en el punto 03.

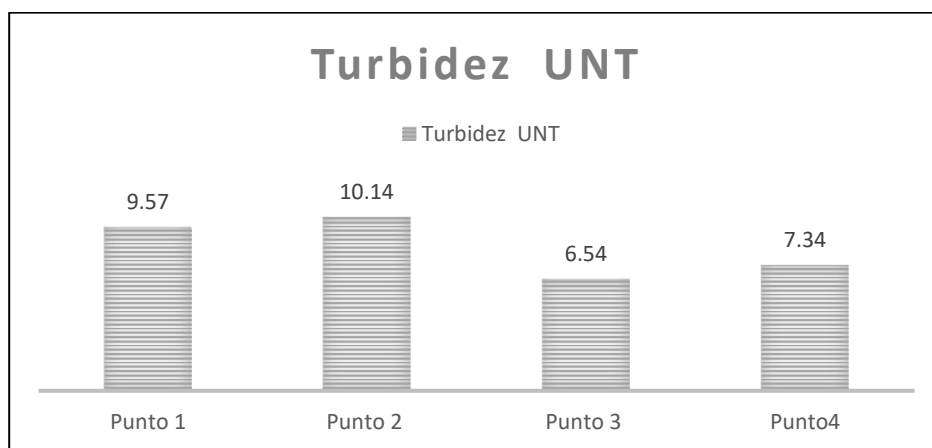


Figura 7. Concentración de turbidez – Diciembre 2017.

Interpretación:

La turbidez, es la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión; en la laguna está muy relacionada con la presencia de sólidos en suspensión, si bien es cierto la turbidez es un parámetro importante para su posible utilización en el consumo ya que este exigiría un valor de 5 UNT, pero como podemos observar, el punto 3 es el valor más bajo con 6.54 UNT lo cual supera y teniendo como valor más alto en el punto 2 con 10.14 UNT.

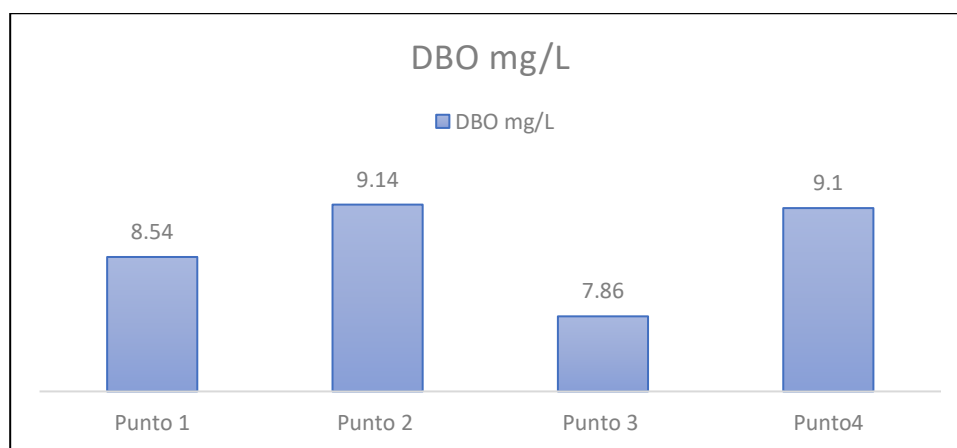


Figura 8. Concentración de la demanada biológica de oxígeno – Diciembre 2017.

Interpretación:

La demanda biológica de oxígeno, es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar totalmente la materia orgánica biodegradable que se encuentre, podemos notar que la presencia de muchos organismos vivos desde peces hasta los microorganismos, necesitan de oxígeno y como la laguna es rica en vida acuática y está ligeramente contaminada los valores del DBO se hacen notar con el valor más alto de 9.14 mg/L y el más bajo con 7.86 mg/L, para el punto dos y tres respectivamente.

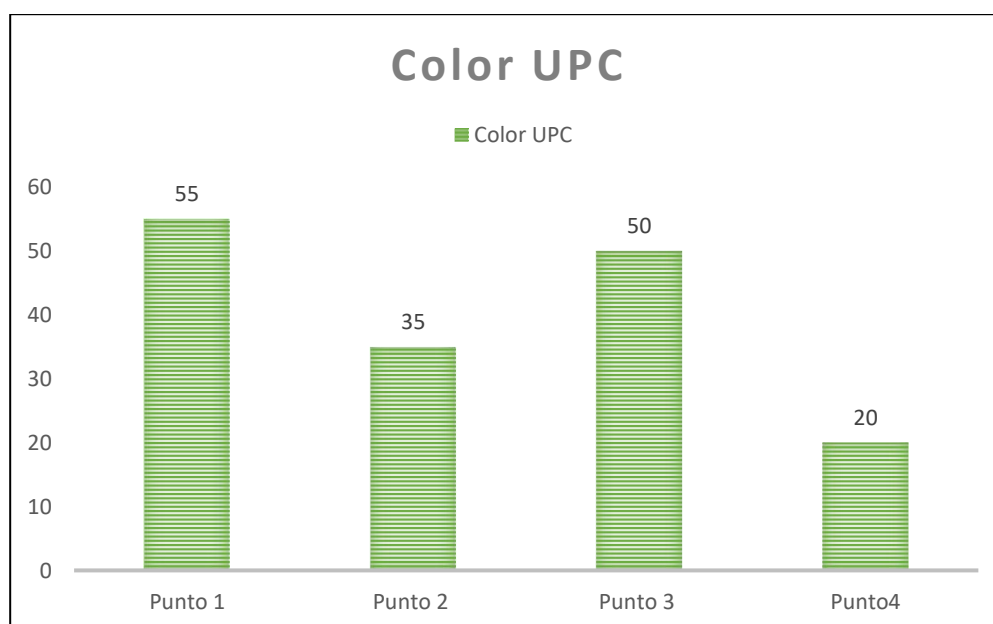


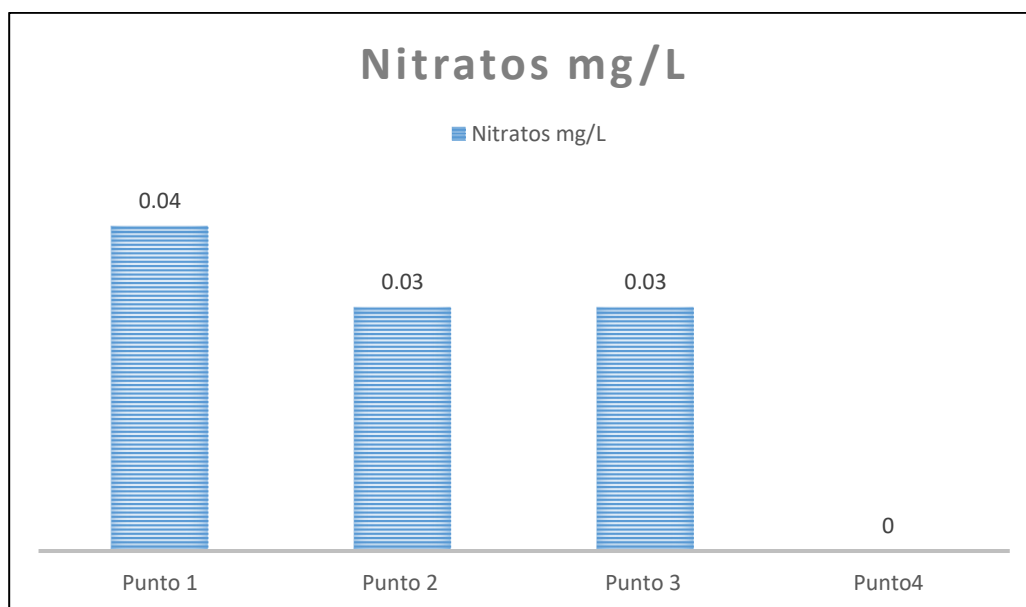
Figura 9. Color – Diciembre 2017.

Interpretación:

El color en el agua, es más alta, aunque esto se nota claramente pues tiene un tono Azul y siendo no muy clara, por contener ciertos metales o sustancias que alteran este parámetro, con sus valores dentro de 20 UPC y 55 UPC, que son respectivos en los distintos puntos de la laguna, el punto dos está siendo afectado pues se puede notar de acuerdo al análisis en este caso también tiene una presencia de color alta, y cabe recalcar que por el color esta tampoco podría ser usada para consumo humana, puyes debería cumplir y no superar los 15 UPC.

Tabla 9*Resultados de calidad de agua – Enero 2018*

Parámetros	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto4	Promedio
Nitratos	mg/L	0.04	0.03	0.03	0	0.03
Fosfatos	mg/L	0.01	26.2	4.4	4.6	8.8
pH	pH	9.2	8.5	8.8	8.7	8.8
O.D.	mg/L	6.02	5.63	5.94	5.65	5.81
S.T.D.	ppm	328	317	312	318	318.75
Temperatura	°C	27.5	27	26.6	26	26.78
Turbidez	UNT	9.36	8.82	12.66	8.25	9.78
DBO ₅	mg/L	5.7	9.8	6.9	7	7.35
Color	UPC	100	60	45	140	86.25

*Figura 10. Concentración de nitratos – Enero 2018.***Interpretación:**

Los nitratos, para este mes ha sido de baja proporción en todo el recorrido de la laguna, el valor más alto es de 0.04 mg/L, para el primer punto de monitoreo el cual es aceptable y bastante proporcional en un agua normal y de calidad, y teniendo el valor más bajo de 0.0 mg/L en el ultima punto de la laguna, se puede decir que este parámetro ha sido uno de los más estables y bajos, encontrándose dentro de lo permitido por el estándar de calidad.

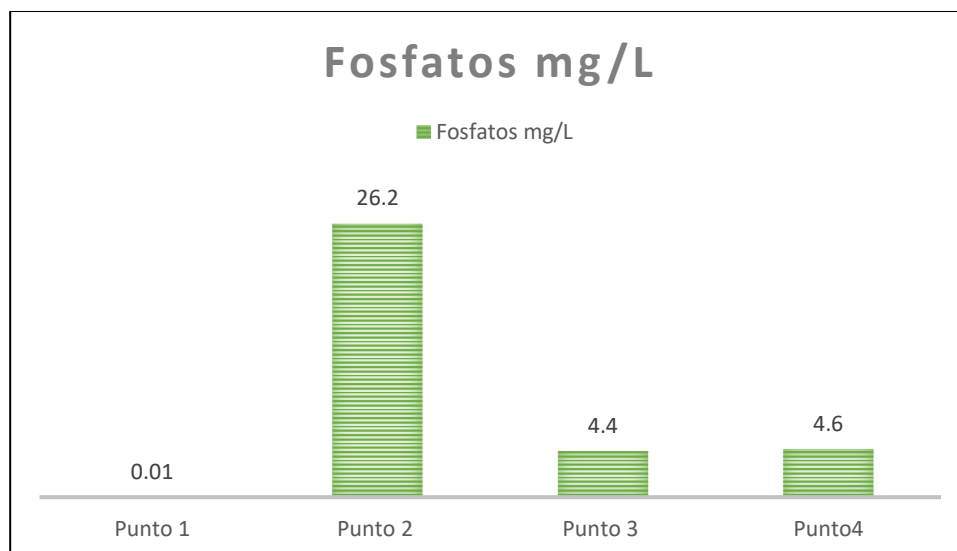


Figura 11. Concentración de fosfatos – Enero 2018.

Interpretación:

Los fosfatos han tenido más relevancia que en el primer mes, poco frecuente y fuerte en algunos puntos de la laguna, en el primer punto se encontró que tenía 0.01 mg/L el valor más bajo encontrado, el segundo punto tiene un valor mucho más alto que los otros puntos monitoreados encontrándose con 26.2 mg/L, esto debido a la presencia de muchas plantas acuáticas, pues como se sabe los compuestos de fósforo son los nutrientes para el crecimiento y proliferación de plantas, eso significa poca salubridad y por lo tanto no es un indicador aceptable para agua utilizable en el consumo cotidiano; los siguientes puntos son de menor relevancia con el parámetro entre 4.4 y 4.6 mg/L.

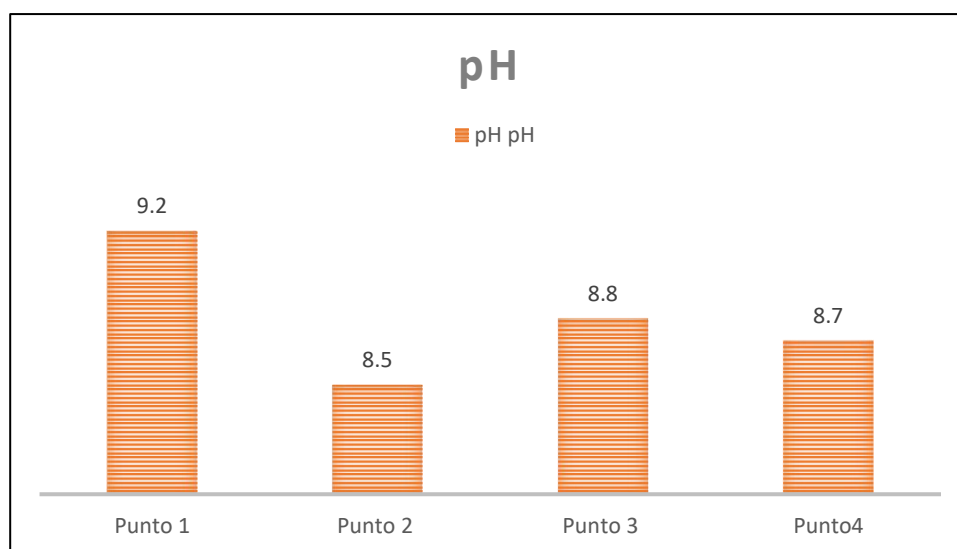


Figura 12. Nivel de pH– Enero 2018.

Interpretación:

El pH es un valor con tendencia básica, pues teniendo en el primer punto el valor es el valor más alto con 9.2, se encuentran llegando a los valores de basicidad, estando en un rango básico superando los 8.5 en los puntos 1, 3 y 4, encontrando en único valor en la cúspide de lo permitido al 8.5 en el punto 2, todo esto se encuentra ligado con otros parámetros alterados en estas zonas de la laguna.

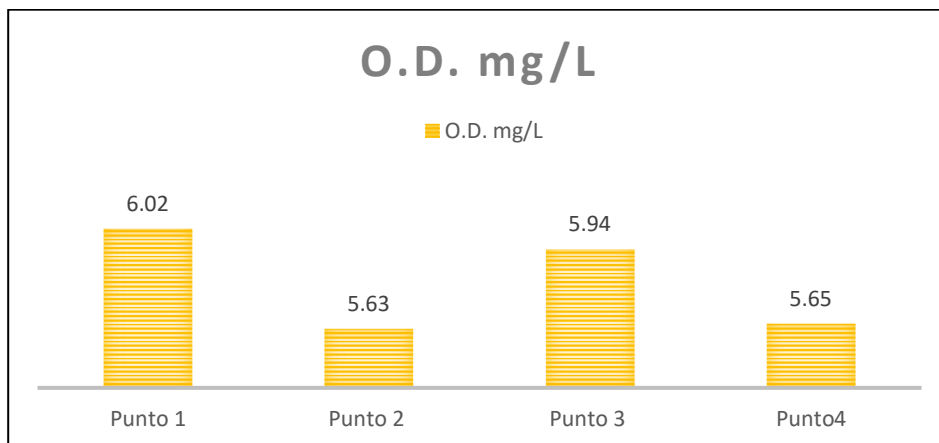


Figura 13. Concentración de oxígeno disuelto – Enero 2018.

Interpretación:

El oxígeno disuelto es un parámetro muy influyente en la calidad de agua de cualquier corriente superficial en este caso de la laguna, se encuentra en este caso en adecuada proporción, pues lo indican los estándares de calidad de agua cuyo valor es permitido por encima de 5 mg/L y como se puede observar en los cuatro puntos muestreados, hay un valor relativamente alto, el mayor con 6.02 mg/L, para el primer punto y el menos para el segundo punto con 5.63 mg/L, todos pasando de cinco y sin superar los 6.02 mg/L.

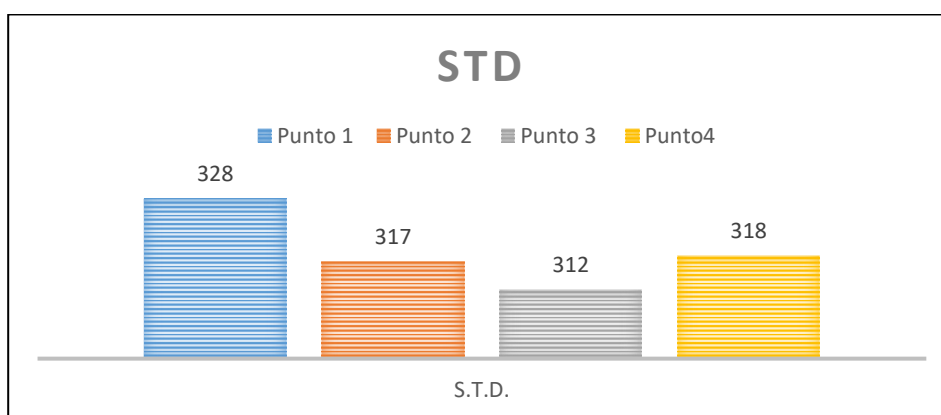


Figura 14. Concentración de sólidos totales disueltos – Enero 2018.

Interpretación:

Los Sólidos Totales Disueltos, como representación en la laguna, tiene un valor estable que no pasa de 328 mg/L en el primer punto y de 312 mg/L en el tercer punto, el cual se constituye el más bajo, estos representan la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua, es un parámetro, bastante tolerable el punto 2 y el punto 4 tienen 317 mg/L y 318 mg/L.

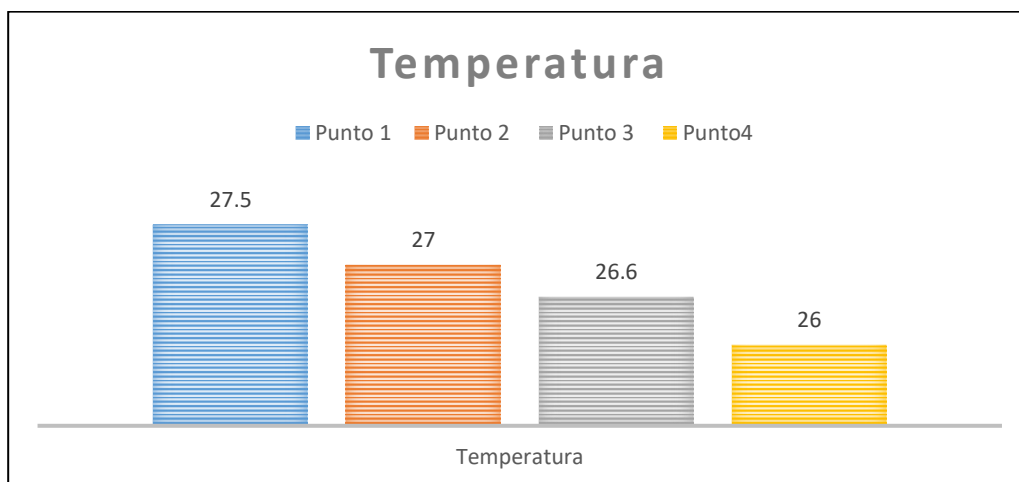


Figura 15. Temperatura – Enero 2018.

Interpretación:

En el segundo mes, la temperatura en la laguna, como anteriormente está íntimamente relacionada con el clima del lugar y la situación climática, este calor de la laguna puede variar en mayor y menor que 3, el valor más alto en grado Celsius es 31.02 °C, se registró en el punto 1, para el valor más bajo encontrarlo hasta el último punto.

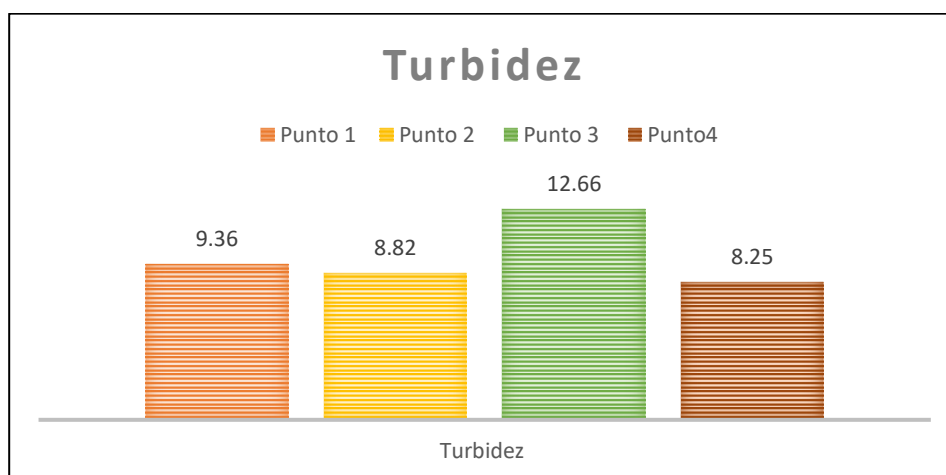


Figura 16. Concentración de turbidez – Enero 2018.

Interpretación:

La turbidez se considera un parámetro importante en el grado de limpieza por partículas en la misma, en la laguna está muy relacionada con la presencia de sólidos en suspensión, ninguno de los parámetros medios respetan el Estándar de Calidad ECA, debido a la superación de 5 NTU, empezando por el valor más alto que lo constituye el punto 3 con un valor de 12.66 NTU y seguido del valor de 9.36 NTU en el punto 1, luego 8.82 NTU para el punto 3 y el último punto con el valor más bajo de 8.25 NTU.

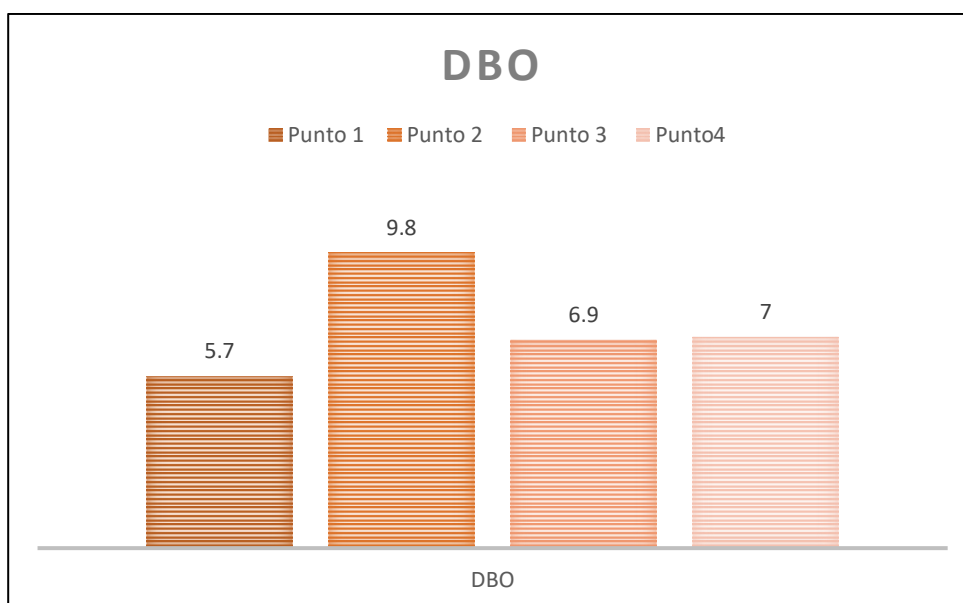


Figura 17. Concentración de la demandada biológica de oxígeno – Enero 2018.

Interpretación:

Para el segundo mes, la demanda biológica de oxígeno, el segundo parámetro íntimamente relacionado con la cantidad de oxígeno disuelto, se determina mediante la cantidad de oxígeno consumido en cinco días, este ha tenido el valor más bajo para el primer punto 5.7 mg/L y el valor más alto para el segundo punto, con un 9.8 mg/L, es el tercer y último punto los que tienen valores como 6.9 mg/L y 7 mg/L, en donde se puede deducir la poca presencia de organismos que puedan consumir el oxígeno.

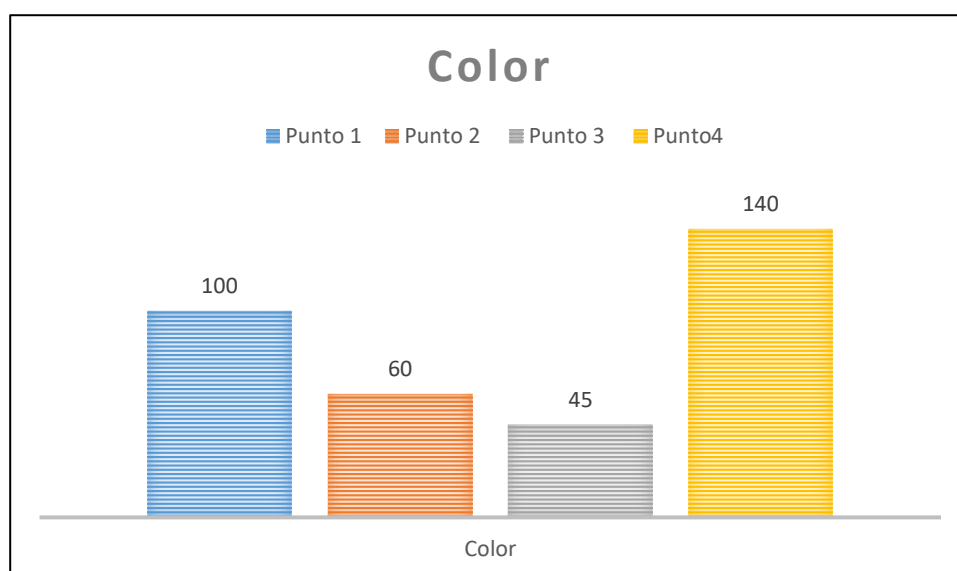


Figura 18. Color – Enero 2018.

Interpretación:

El segundo mes, se puede observar los valores más altos en cuanto a la presencia del color, el último punto es el que tiene más valor con 140 UPC, seguido del valor en el punto 1 con 100 UPC, el punto 2 y el punto 3 tienen los valores de 60 UPC y 45 UPC.

Tabla 10

Resultados de calidad de agua – Febrero 2018

Parámetros	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Promedio
Nitratos	mg/L	0.15	2.5	3.2	3	2.21
Fosfatos	mg/L	5.18	6.1	5.3	31.3	11.97
pH	pH	9.13	8.82	8.76	8.82	8.88
O.D.	mg/L	5.17	5.5	5.14	4.69	5.13
S.T.D.	ppm	311	309	306	306	308
Temperatura	°C	26.5	26.4	26.2	26.4	26.38
Turbidez	UNT	6.78	5.32	6.55	7.42	6.52
DBO	mg/L	6.1	9.3	6.72	7.84	7.49
Color	UPC	20	50	25	14	27.25

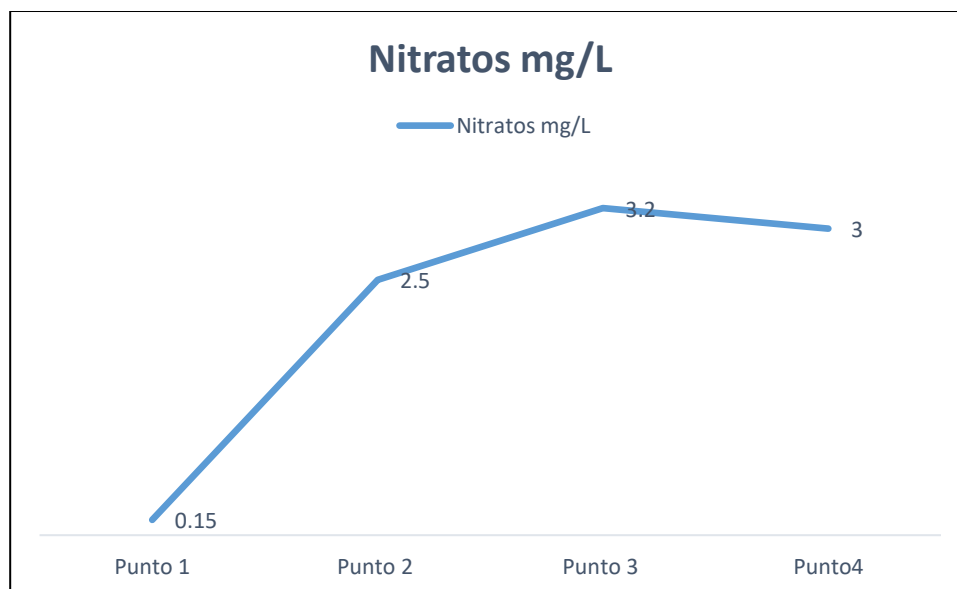


Figura 19. Concentración de nitratos - Febrero 2018.

Interpretación:

Los nitratos, en este mes ha tenido un notable levantamiento de sus valores en cuanto a los parámetros, en el recorrido de la laguna, el valor más alto es de 3.2 mg/L, el cual es aceptable según los estándares de calidad que nos dicen que se puede permitir hasta 50 mg/L, y teniendo el valor más bajo de 0.15 mg/L en el primer punto de la laguna; Su presencia se debe fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia o riegos.

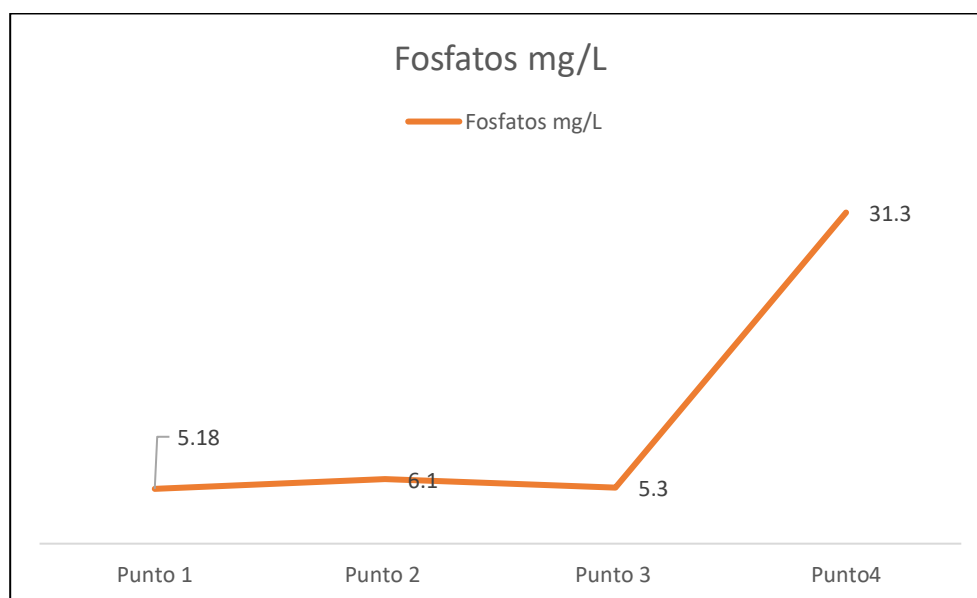


Figura 20. Concentración de fosfatos - Febrero 2018.

Interpretación:

Los fosfatos, han tenido un levantamiento de sus valores en los dos últimos meses, en este último mes se ha encontrado que el cuarto punto cuenta con fosfatos muchísimo más elevados que los otros tres, el último y máximo valor es de 31.3 mg/L de fosfatos, en el primer punto podemos ver que este tiene 5.18 mg/L, un valor bajo y relacionado con el segundo punto de 6.1 mg/L y el tercer punto de 5.3 mg/L, como ya se había relacionado este parámetro anteriormente con la eutrofización de las aguas, hecho que no debe propagar, pero que se demuestra la presencia en temporadas por algunos puntos.

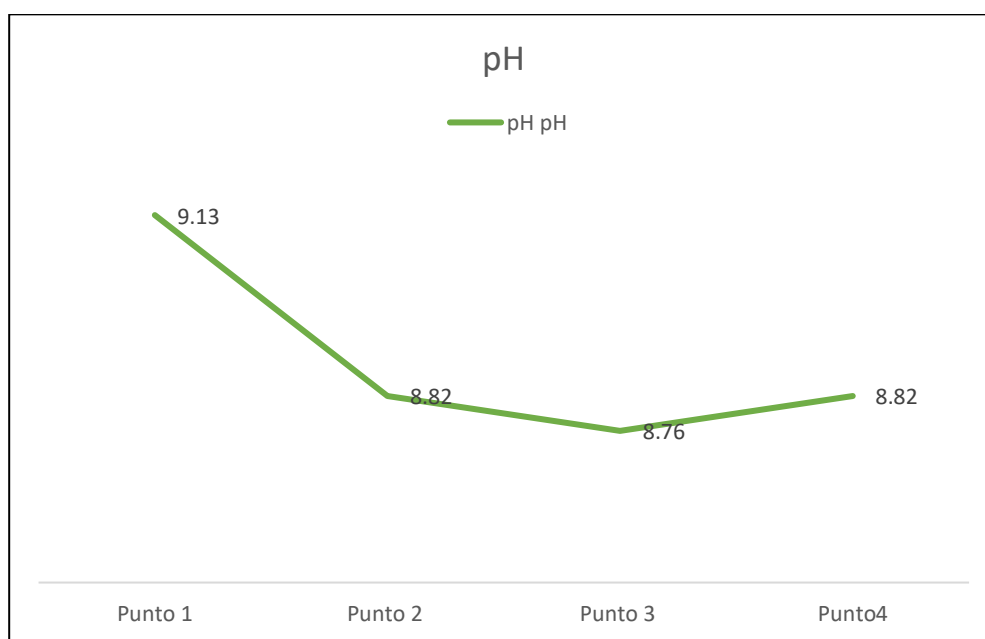


Figura 21. Nivel de pH- Febrero 2018.

Interpretación:

El pH, es un valor que se puede observar con una tendencia básica, pues teniendo el valor más bajo de 8.44, se encuentran cerca de lo ideal, estando en un rango básico superando los 8.5 en los puntos 1, 2 y 4, teniendo el máximo valor en el segundo punto con 8.63, relacionándose con otros parámetros que se encuentran alterados en esta zona de la laguna.

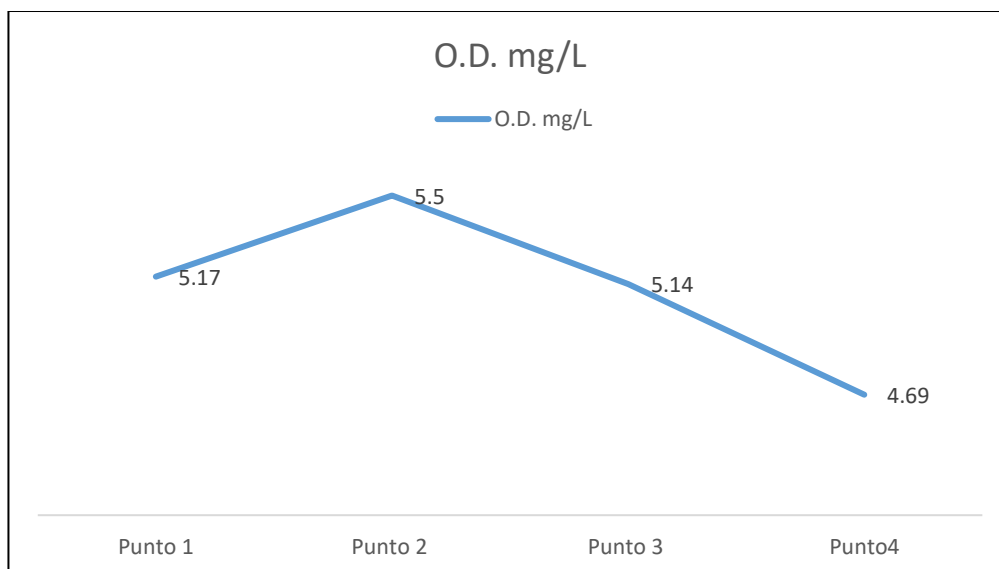


Figura 22. Concentración de oxígeno disuelto- Febrero 2018.

Interpretación:

Para este último mes el oxígeno disuelto en la laguna, se encuentra en poca proporción, ha bajado en cuanto al segundo mes de medición, lo ideal como ya se sabe es superar los 5 mg/L, y aunque todos se encuentran bordeando ese valor, hay quien en el último punto tiene 4.69 mg/L, esto indica un grado de contaminación especial y la deficiencia de oxidación que tendría en el perímetro más próximo al evaluado, los siguientes valores fueron 5.017 mg/L en el punto 1, 5.5 mg/L para el segundo punto y 5.14 para el tercer punto.

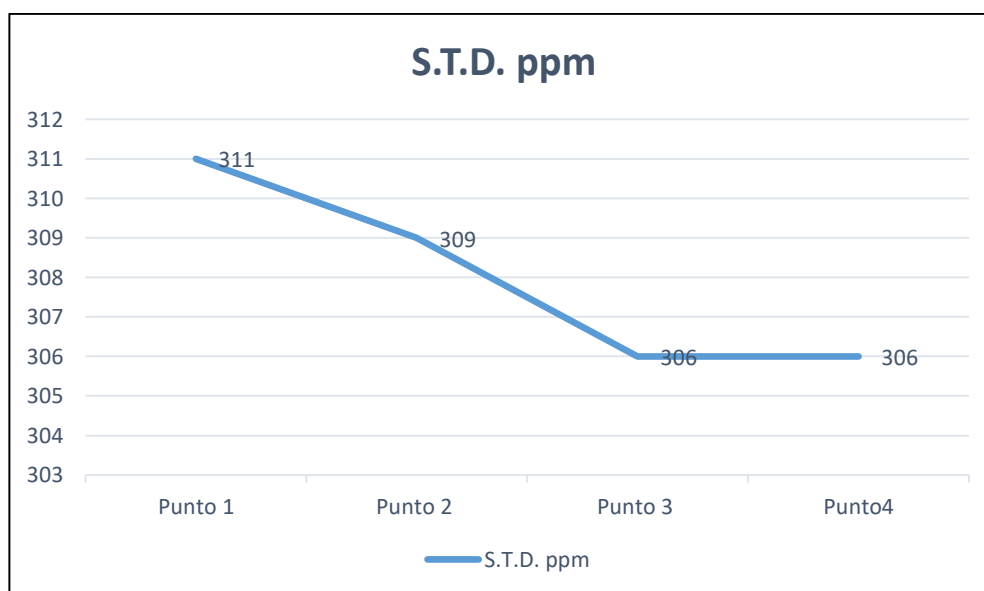


Figura 23. Concentración de sólidos totales disueltos- Febrero 2018.

Interpretación:

Los Sólidos Totales Disueltos SDT, son la suma de minerales y sales disueltas, este parámetro es estable y relacionada en toda la laguna, como en los anteriores meses se puede observar que este parámetro no baja de los 300 mg/L, y según los estándares este se permite hasta los 1000 mg/L, en el primer punto tenemos 311 mg/L, el segundo punto tenemos 309 mg/L y el tercer punto 306 mg/L al igual que en el último punto.

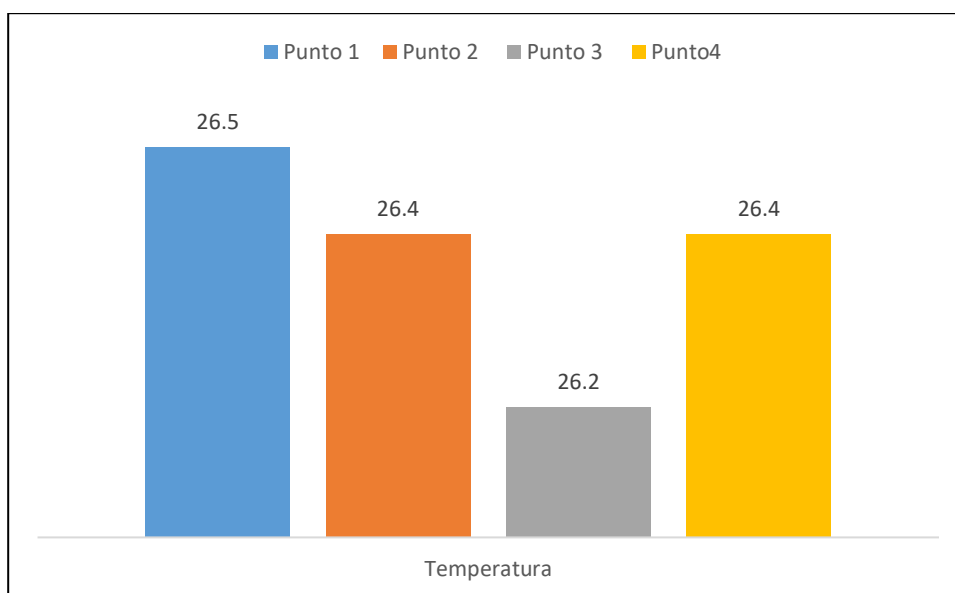


Figura 24. Temperatura- Febrero 2018.

Interpretación:

El último mes, se caracteriza por la poca variación de la temperatura en la laguna, está dentro de la variación de la temperatura ambiente de ese día, el valor más alto medida en grados Celsius es 31.02 °C en el punto 1, seguido del punto 2 y punto 3 con 26.4°C y luego el tercer punto con 26.2 °C.

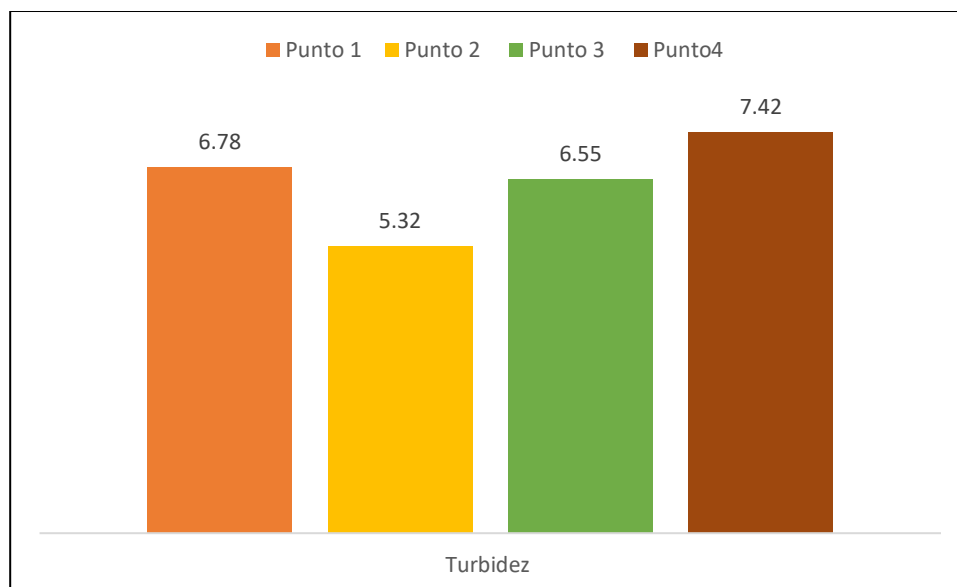


Figura 25. Concentración de turbidez- Febrero 2018.

Interpretación:

En el último mes de muestreo la turbidez parte de los valores más bajos, acercándose constantemente a lo permitido por el Estándar de Calidad de Agua ECA, el punto 2 es el que más se acerca con un valor de 5.32 UNT y aumenta en el punto 3 con un valor de 6.55 NTU, luego está el primer punto con 6.78 NTU, para el que finalmente fue el máximo valor y el valor de 7.42 NTU.

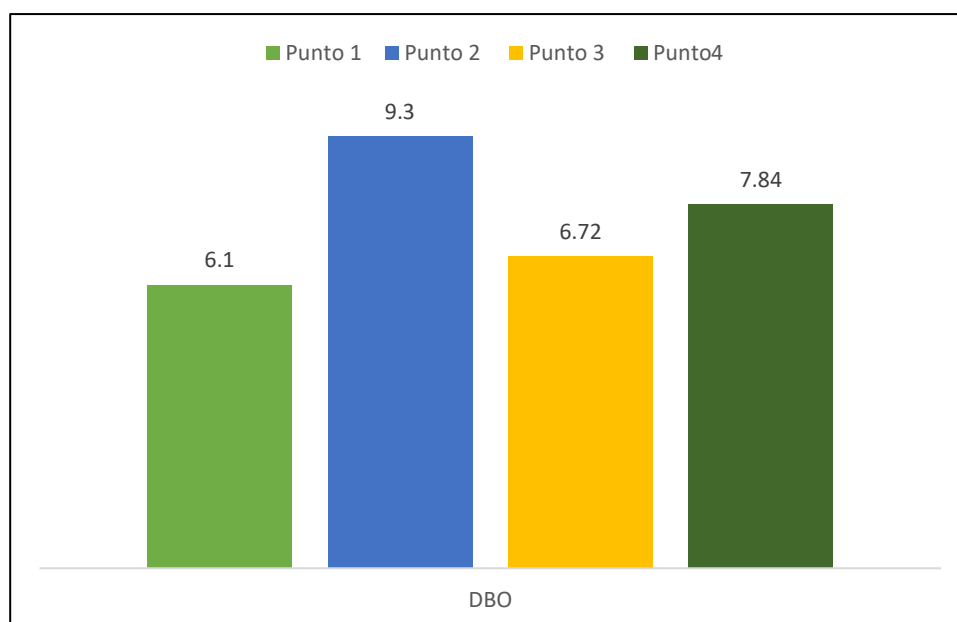


Figura 26. Concentración de la demanada biológica de oxígeno- Febrero 2018.

Interpretación:

El tercer mes la demanda biológica de oxígeno, ha tenido valores bajos y cortos en la distribución de los puntos en toda la laguna, el punto más bajo es también el primer punto con 6.1 mg/L, el segundo punto es el más alto debido a muchos factores encontrados en la laguna con el valor de 9.3 mg/L seguido del punto 4 con 7.84 mg/L y el tercer punto con 6.72 mg/L.

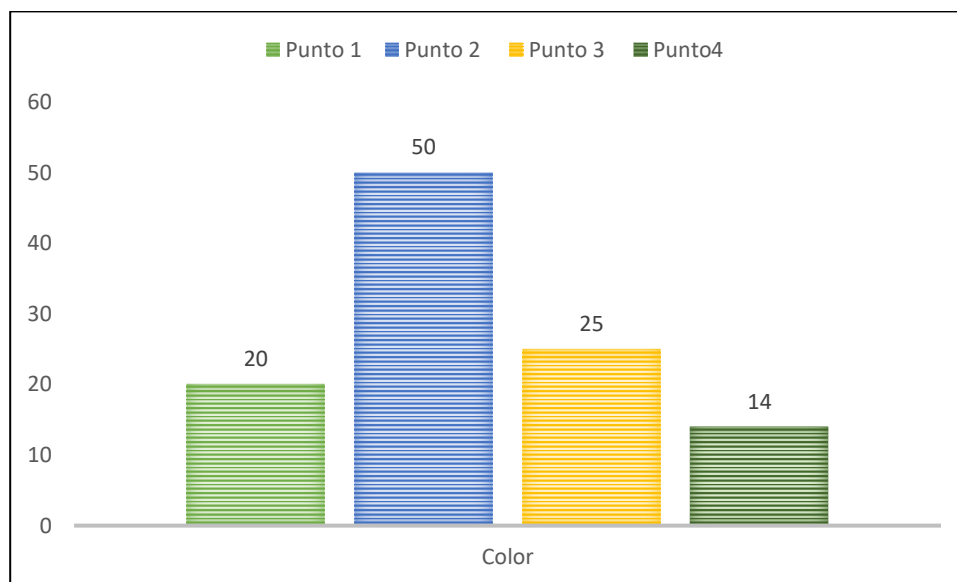


Figura 27: Color- Febrero 2018.

Interpretación:

El color en el agua, se nota claramente pues tiene un tono Azul, con sus valores dentro de 14 UPC y 50 UPC, que son respectivos en los distintos puntos de la laguna, el punto tiene una presencia de color alta, el máximo de 50 UPC y lo siguen los otros tres puntos de la laguna, cabe recalcar que por el color esta tampoco podría ser usada para consumo humana, puyes debería cumplir y no superar los 15 UPC.

3.2. Comparación de los resultados de parámetros con los ECAs

Tabla 11

Comparacion de los parametros de los ECAs- Diciembre 2017

Parámetros	Unidad	Promedio	ECAs
Nitratos	mg/L	0.93	50
Fosfatos	mg/L	0.03	0.1
pH	pH	8.55	6.5- 8.5
O.D.	mg/L	5.28	6
S.T.D.	ppm	325.00	1000
Temperatura	°C	30.57	<3>
Turbidez	UNT	8.40	5
DBO ₅	mg/L	8.66	>3
Color	UPC	40.00	15

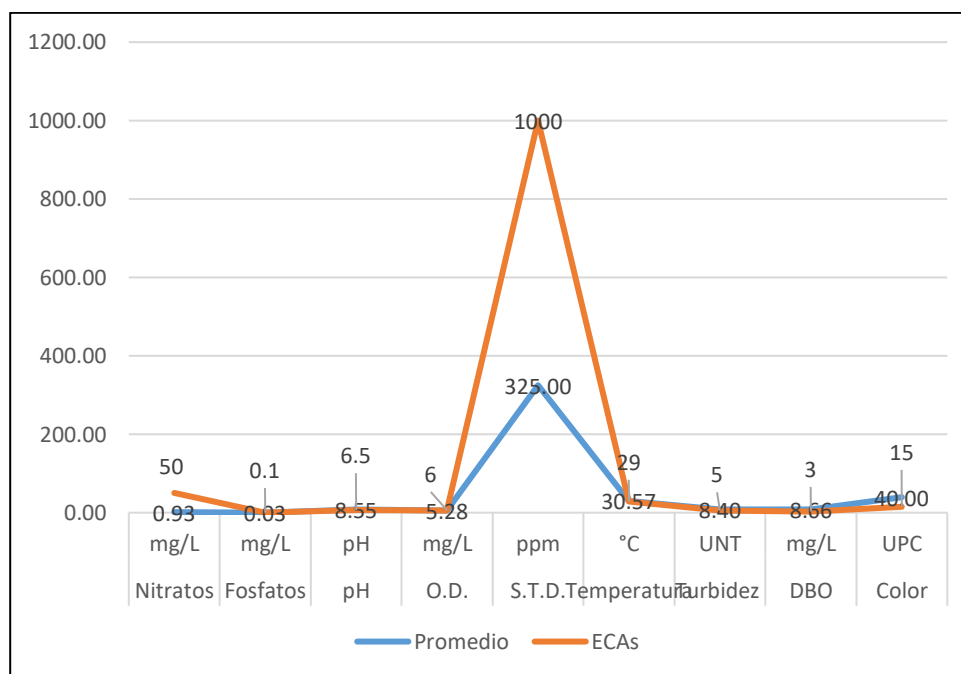


Figura 28. Comparación de los parámetros de los ECAs- Diciembre 2017.

Interpretación:

Al realizar la comparación de los parámetros físicos químicos y biológicos de la laguna, que fueron medidos, encontramos que esta tiene parámetros como los nitratos, fosfatos y solidos

totales disueltos que no se encuentran alterados promediamente para el análisis inicial, pero existen otros como el pH que excede lo ideal de estar dentro del 6.5 al 8.5, al tener 8.55, y la turbidez superando el valor de 5 UNT, junto con el color que llega promediamente a medir 40 UPC, de los 15 UPC que debería tener; así mismo podríamos decir que el contenido de oxígeno disuelto en el agua, está bajo, pero que se explica por la gran cantidad de vida acuática que existe en la laguna, para determinar esta agua en el consumo humano necesitaríamos varios procesos de depuración, pues esta se está analizando según el DS 004-2017 MINAM.

Tabla 12

Comparación de los parámetros de los ECAs- Enero 2018

Parámetros	Unidad	Promedio	ECAs
Nitratos	mg/L	0.03	50
Fosfatos	mg/L	8.80	0.1
pH	pH	8.80	6.5- 8.5
O.D.	mg/L	5.81	6
S.T.D.	ppm	318.75	1000
Temperatura	°C	26.78	<3>
Turbidez	UNT	9.77	5
DBO ₅	mg/L	7.35	>3
Color	UPC	86.25	15

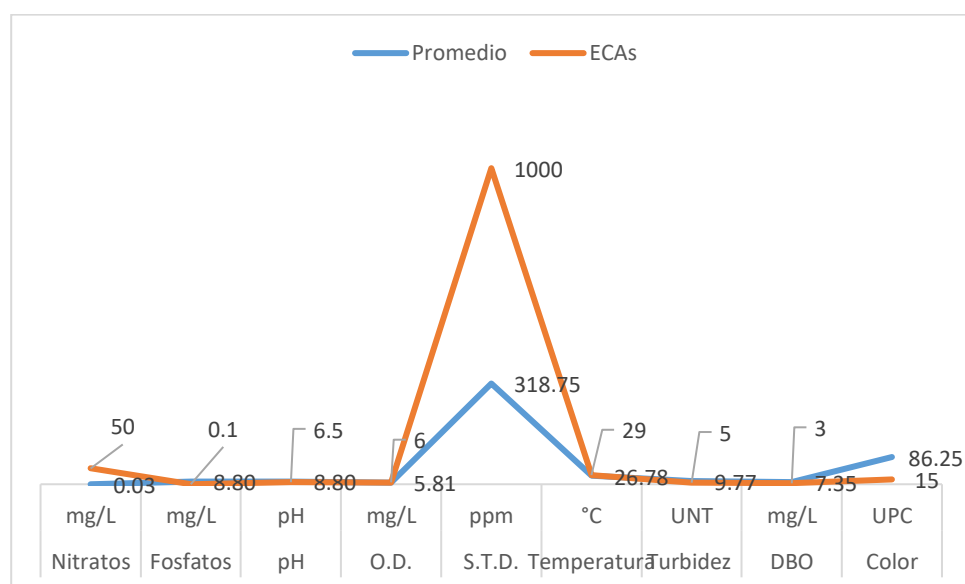


Figura 29. Comparación de los parámetros de los ECAs - Enero 2018.

Interpretación:

Haciendo uso del decreto supremo, en el año 2017 conocido como DS 004- 2017 MINAM, en el cual se disponen los Estándares de Calidad de Agua de acuerdo a su uso, al realizar la comparación de los parámetros físicos químicos y biológicos de la laguna, encontramos que esta tiene parámetros como los nitratos, sólidos totales disueltos y temperatura que no se ven alterados promediamente para este segundo análisis, pero existen otros como el pH que excede lo ideal con 8.80 debiendo estar dentro del 6.5 al 8.5, y la turbidez superando el valor de 5 UNT, al tener 9.77 UNT, junto con el color que llega promediamente a medir 86.25 UPC, de los 15 UPC que debería tener; así mismo podríamos decir que el contenido de oxígeno disuelto en el agua, está bajo y la cantidad de DBO supera lo esperado, en este mes también observamos que la cantidad de fosfatos se ha elevado a 8.8 mg/L, siendo este un factor para vida acuática de plantas y no de consumo.

Tabla 13

Comparación de los parámetros de los ECAs – Febrero 2018

Parámetros	Unidad	Promedio	ECAs
Nitratos	mg/L	2.21	50
Fosfatos	mg/L	11.97	0.1
pH	pH	8.88	6.5
O.D.	mg/L	5.13	6
S.T.D.	ppm	308.00	1000
Temperatura	°C	26.38	29
Turbidez	UNT	6.52	5
DBO ₅	mg/L	7.49	3
Color	UPC	27.25	15

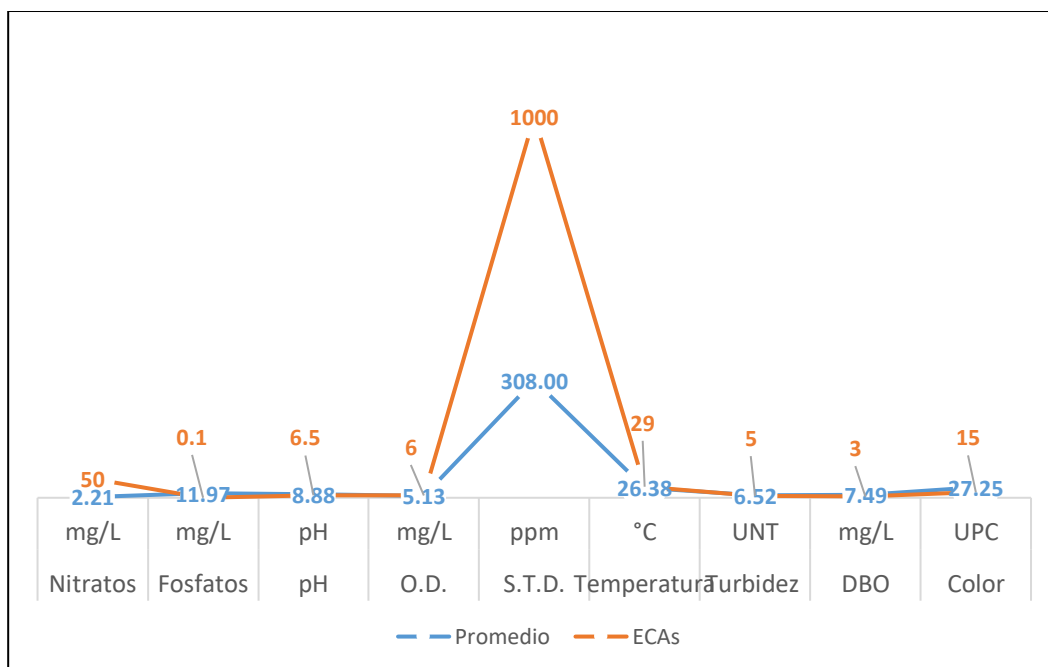


Figura 30. Comparación de los parámetros de los ECAs – Febrero 2018.

Interpretación:

En el último mes de muestreo al realizar la comparación de los parámetros físicos químicos y biológicos de la laguna, encontramos que esta tiene parámetros como los nitratos, sólidos totales disueltos y temperatura que no se ven alterados promediamente igual que en el segundo análisis, pero existen otros como el pH que excede lo ideal con 8.88, aún más que en el segundo mes, este nos trae otra conclusión debido a los cambios efectuados en la laguna, haciendo crecer su basicidad, pues esta debería de estar dentro del 6.5 al 8.5, y la turbidez superando el valor de 5 UNT, al tener 6.52 UNT, junto con el color que llega promediamente a medir 27.25 UPC, de los 15 UPC reconociendo que para este mes han bajado mucho estos parámetros anteriormente subidos; así mismo podríamos decir que el contenido de oxígeno disuelto en el agua, está bajo y la cantidad de DBO supera lo esperado, en este mes también observamos que la cantidad de fosfatos se ha elevado aún más con 11.97 mg/L.

Tabla 14*Coliformes Termotolerantes*

Parámetros	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto4	ECAs
Coliformes T.	UFC/100mL	360	338	270	320	20

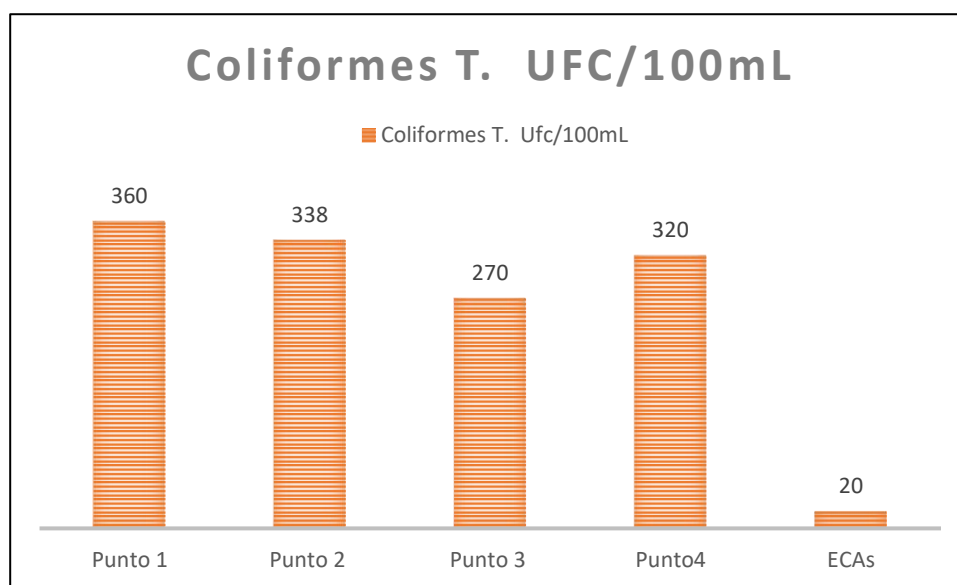


Figura 31. Coliformes Termotolerantes.

Interpretación:

En la presente figura se puede determinar la notable contaminación que existe en la laguna de Sauce, con este parámetro alterado en su valor hasta en un 180 % mayor, los coliformes termo tolerantes o los llamados fecales, se encuentra pasando excesivamente el valor de los ECAs en agua para consumo humano (categoría 1, subcategoría A1), para el punto 1 que es el más alto tenemos 360 UFC/ 100mL, seguido del punto 2 y el punto 4, el valor más bajo se le atribuye al punto 3 con 270 UFC/ 100mL. Este valor implica, la gran cantidad fecal ocasionada en estas zonas de la laguna, esta impediría a ser usada como agua de subcategoría A, pero sí de subcategoría B, como agua para uso recreacional ya sea de contacto primario o de contacto secundario.

Tabla 15*Promedio final de resultados comparados con los ECAs*

Parámetros	Unidad	Mes			Promedio	ECAs				
		Dic.	Ene.	Feb.		C1-A	C1-B	C3-A	C3-B	C4
Nitratos	mg/L	0.93	0.03	2.21	1.06	50	10	10	50	5
Fosfatos	mg/L	0.03	8.80	11.97	6.93	0.1	-	1	-	0.4
pH	pH	8.55	8.80	8.88	8.74	6.5	6-9	6.5-8.5	6.5-8.4	6.5-8.5
O.D.	mg/L	5.28	5.81	5.13	5.41	>=6	>=4	>=4	>5	>=5
S.T.D.	ppm	325	318.75	308	317.25	1000	-	-	-	-
Temperatura	°C	30.57	26.78	26.38	27.91	29	29	29	29	29
Turbidez	UNT	8.40	9.77	6.52	8.23	5	100	-	-	-
DBO ₅	mg/L	8.66	7.35	7.49	7.83	3	10	15	<=15	<5
Color	UPC	40	86.25	27.25	51.17	15	15	-	-	-
Coliformes Fecales	UFC				332	20	1000	5000	5000	2000

3.3. Discusión de Resultados

En mi evaluación se ha podido notar que en algunos meses los niveles de fosfatos suben en su concentración, debido a la época de siembra y mayor flujo poblacional de visitantes a la laguna de Sauce, lo que hace coincidir con la investigación realizada por Vinelli (2012), en la que un pozo de estudio ubicada en un área de actividad agrícola intensa presentaba niveles de ortofosfato mayores durante el segundo muestreo, lo que muestra la relación directa actividad agrícola-calidad de agua, esto también implica la relación del segundo y tercer punto de muestreo cercano a cultivos en donde este tiene valores excesivamente altos.

En los resultados revelan que la laguna presenta un alto grado de eutrofización, con aportes de materia orgánica y fecal, coincidiendo en este aspecto se puede apreciar que en los puntos 2 y 3 de la laguna Azul existe cierto grado de eutrofización al revelar los parámetros del DBO elevado y gran cantidad de fosfatos sin tomar en cuenta que existen plantas acuáticas por esa zona; para Espinal se encontraron variaciones temporales en la calidad del agua que manifiestan los efectos de las estaciones de estiaje y la de lluvias. Se detectó una sequía extrema en el segundo período de estudio, lo que contribuyó a la concentración de los nutrientes y otros factores como los sólidos suspendidos que aportan los tributarios, en cuanto a los

problemas revelados en la laguna son los problemas efectuados por el virus de la tilapia, que de cierta forma también llegó a incidir en la presencia de sólidos y de otros nutrientes que forman parte de la alteración conjunta (Espinal et. al, 2013).

La institución conocida Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (2010), la presente investigación tiene como objetivo estudiar la situación actual de la calidad del agua de la Laguna de Metapán, a través de la aplicación del Índice de Calidad de Agua y la evaluación de su aptitud de uso para actividades recreativas con contacto humano y riego; llegando a concluir que la Laguna de Metapán presenta en general una calidad de agua que varía de “Regular” a “Buena”, según el Índice de Calidad de Agua (ICA), para la investigación de la laguna de Sauce, se puede observar de acuerdo al DS 004- 2017 MINAM este se encuentra como agua para uso recreacional, mas no formaría apta para consumo humano debido a la falta de depuración que se tendría que realizar.

En, la presente investigación se llegó a coincidir con lo que dice Ávila et. al (2008), pues debido a los resultados del análisis físico químicos, esta estaría y si vendría a ser agua para riego, debido a la cantidad de nutrientes en el agua que va en aumento, para Ávila et. al (2008), en la investigación sobre: Índices de calidad del agua de la laguna de Zupitlán, municipio de Acatlán, estado de Hidalgo, se realizaron diversos análisis fisicoquímicos al agua de la Laguna de Zupitlán, en los meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2008 para establecer su calidad en función a su uso. Llegando a la conclusión de que su calidad como agua de riego es aceptable, salvo su baja salinidad y su elevada concentración de Cadmio.

En la investigación titulada: Análisis de la calidad del agua de la laguna De los Padres, Colasurdo et. al (2011) dice que pese a su menor salinidad respecto el agua subterránea, presenta algunas restricciones en su uso; si bien considerando las propiedades del suelo y el régimen de lluvias sería factible su utilización. Sería necesario realizar un monitoreo periódico de salinidad del suelo, considerar tipo de cultivo, accesibilidad, clima y nivel hidrométrico mínimo de la laguna, en este aspecto, en la presente investigación se ha tratado de relacionar la calidad con el pH y algunos compuestos como el fosfato y nitrato, que se elevan y que generan ciertas restricciones para usarlo en el quehacer cotidiano y menos para el consumo, así

mismo podríamos decir que conforme a los resultados y lo que se observó, este tiene presencia de plantas acuáticas, indicando posible avance de eutrofización.

Según Inga et. al (2015), concluyó que las truchas cada tres meses, registrándose consumo de alimento e incremento de biomasa, en este periodo se manifestaron diferencias significativas en acidez, dióxido de carbono, fosfatos y conductividad eléctrica. Los sólidos suspendidos totales demostraron una disminución. La alcalinidad, pH y oxígeno disuelto permanecieron constantes, para la presente investigación se verifico que los sólidos totales disueltos permanecieron constantes en todos los puntos de la laguna, en cambio es el pH y el oxígeno disuelto el que ha variado en los respectivos mese de muestreo.

CONCLUSIONES

La calidad del agua de la laguna Azul para su uso según los Estándares de Calidad Ambiental, determinada en el DS 004- 2017 MINAM, es de categoría 1, subcategoría B calificadas como aguas de uso recreacional, pudiendo calificar como aguas de contacto primario y de contacto secundario.

Los fosfatos han tenido un ascenso en sus valores en los dos últimos meses, pues en el primer mes se obtuvo 0.1 mg/L pero en este último mes se ha encontrado que el cuarto punto cuenta con fosfatos 31.3 mg/L, esto implicaría la eutrofización de las aguas, hecho que no debe propagar, pero que se demuestra la presencia en temporadas por algunos puntos.

El oxígeno disuelto indica un grado de contaminación especial y la deficiencia de oxidación, puesto que si este no se encuentra dentro de un valor alto significaría que los microorganismos estarían viviendo y por lo tanto contaminando, ha bajado en cuanto al segundo y tercer mes de medición, lo ideal como ya se sabe es superar los 5 mg/L, y aunque todos se encuentran bordeando ese valor, hay quien en el último punto tiene 4.69 mg/L.

Para el primer mes, los parámetros como los nitratos, fosfatos y sólidos totales disueltos no se encontraron alterados, pero el pH que excede lo ideal de estar dentro del 6.5 al 8.5, al tener 8.55, y la turbidez superando el valor de 5 UNT, junto con el color que llega promediamente a medir 40 UPC, de los 15 UPC, según los Estándares de Calidad de Agua.; esto debido a la fuerte contaminación y presencia turística en la zona.

Para el segundo y tercer mes, los parámetros alterados (turbidez, color, fosfatos y coliformes) siguen subiendo aún más, esto implica la contaminación progresiva de la laguna, durante los ocho meses de estudio, implicando una serie de factores reflejados en los parámetros.

Existe contaminación en la laguna de Sauce, los Coliformes termo tolerantes o los llamados fecales, se encuentran alterados en su valor hasta en un 180 % mayor, pasando excesivamente el valor de los ECAs, el valor más alto fue 360 UFC/ 100mL

RECOMENDACIONES

Se sugiere a la empresa prestadora de servicio de agua potable y saneamiento del distrito de Sauce, la realización de un estudio continuo de la laguna; así mismo un apoyo de parte de las autoridades municipales debido a que el beneficio del turismo, podría terminar degradando la calidad de su uso, según los ECAs.

Así también a las autoridades a través de las personas encargadas de difundir educación, realizar la concientización a las personas que tienen asentados sus cultivos cerca de la laguna, la cual se vierte y filtra las aguas residuales, llenas de componentes utilizados, los cuales también se encuentran afectando la laguna, según lo estudiado.

Recomiendo además a la municipalidad y al área de gestión de residuos sólidos, realizar jornadas y apoyo en la limpieza de la laguna, evitar afectar el hábitat e los peses y otro microorganismo que ayudan en la depuración de la laguna, pero que, por las constantes actividades realizadas, se generan desequilibrios.

A la población en general, a través de las autoridades distritales, realizar la difusión hacia los pobladores y turistas sobre la idea de evitar arrojar aguas residuales de cultivos y de las domésticas hacia la laguna, evitar en lo máximo el contacto directo de la población que hace uso recreacional de la laguna, pues debido a la alta cantidad de Coliformes fecales, estos pueden enfermar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares (2016). *Determinación analítica de detergentes en las aguas de los pantanos de Villa*. Lima. Perú.
- ANA, Ministerio del Ambiente. (2009) *Clasificación del uso de agua en el Perú*. Lima. Perú.
- Ávila, Cruz, Girón y Salcedo (2008). *Índices de calidad del agua de la laguna de Zupitlán, municipio de Acatlán, estado de Hidalgo*. México.
- Carbotecnia (2014). ¿Qué es el pH del agua? Recuperado de: www.carbotecnia.info
- Colasurdo, Díaz, Grosman y Sansano (2011). *Análisis de la calidad del agua de la laguna De los Padres: potencial uso para riego*. 1Rev.Fac.Agron. Vol 110. Argentina.
- Coral (2013). *Control de la contaminación de aguas residuales*. Primera Ed, Quito: SEK. 44.45pag.
- Cudeña (2017). *Diseño de rutas turísticas para desarrollar el turismo de tercera edad en las provincias de San Martín y Moyobamba región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín. Perú.
- Díaz (1987). *Estudio Hidrológico de la Laguna Cullicocha*. Perú.
- Duarte (2014). *Caracterización Físicoquímica del Agua de la Laguna el Pino, ubicada entre los Municipios de Barberena y Santa Cruz Naranjo del Departamento de Santa Rosa*. Guatemala.
- Espinal, López y Sedeño (2013). *Evaluación de la calidad del agua en la laguna de Yuriria, Guanajuato, México, mediante técnicas multivariadas*. Revista Int. Contaminación Ambiental. México.
- Inga, Vásquez y Talara (2015). *Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes en la laguna Arapa – Puno*. Perú.
- Lenntech (2017). *Nitratos en el agua potable: efectos sobre la salud*. Recuperado de: <https://www.lenntech.es/nitratos.htm#ixzz5HzR7hwRZ>

Libro Electrónico (2017). *Ciencias de la tierra y medio ambiente. Lagos y lagunas*.
Obtenido de: <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>.

Minaya (2016). *Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente - vaciante*. Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Perú.

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (2010). *Informe de la calidad del agua de Laguna de Metapán*. Servicio Hidrológico Nacional. El Salvador.

Ministerio del Ambiente. (2017). DS. N° 004-2017. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Perú.

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo-MINCETUR (2017). *Destinos turísticos. Laguna Azul*. Perú.

Puts (2010). Eliminación y determinación de fosfato. Revista interempresas. Recuperado de: <http://www.interempresas.net>

Romero y Vargas (2013). Aprovechamiento de algunos materiales en el desarrollo de coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, 2pag.

Saravia (2007). "Contaminación del agua", Guatemala

Sierra (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Segunda Ed, Medellín: Universidad de Medellín. 22, 25 pág.

Vargas (2011). *Análisis del nivel hídrico y las condiciones del humedal de la laguna de Batuco*. Santiago de Chile.

Vinelli (2012). *Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito San Pedro de Lloc*. Perú.

Páginas web:

Pág. Web: https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Sauce (Distrito de Sauce-San Martín, Perú).

Pág. Web: https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Sauce (Laguna Azul).

Pág. Web: <https://www.google.com.pe/maps/place/Laguna+Sauce/@-6.2175655,6057m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x91ba6f7a41d2c379:0x534064daac230e04> (Google Earth y Google Map).

ANEXOS

ANEXO 1: Panel fotográfico

Fotografía 1. Salida en la laguna para recoger las muestras.



Fotografía 2. Recolección de muestras.



Fotografía 3. Lugar del segundo punto de monitoreo.

ANEXO 2: Croquis del área de estudio



Figura 32. Ruta de análisis y muestreo.

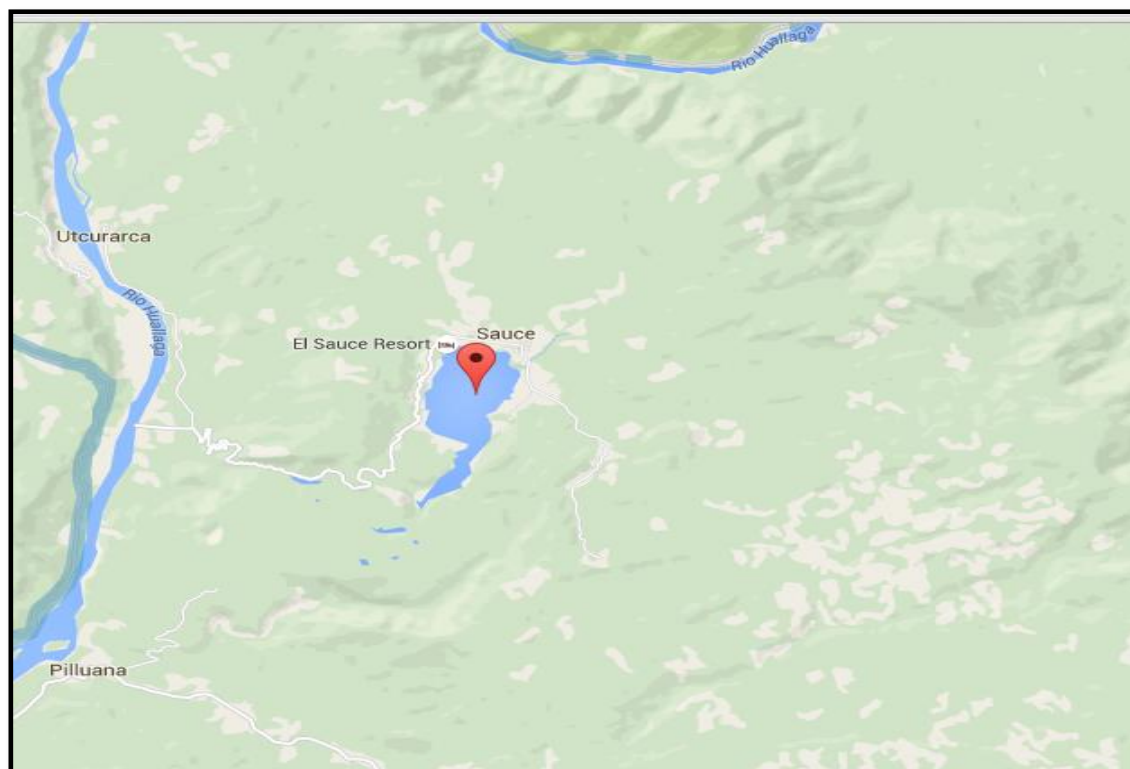
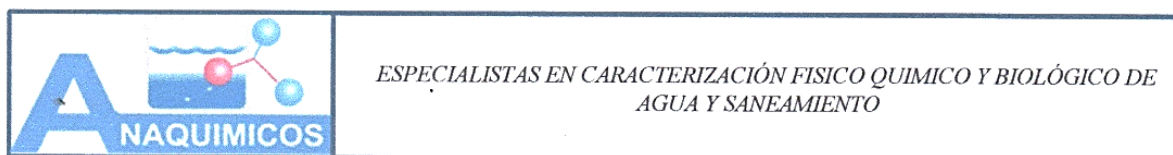


Figura 33. Ubicación geográfica del área de estudio.

ANEXO 3: Informe de análisis de Coliformes termotolerantes – Laguna Azul de Sauce.



INFORME DE ENSAYO N° 055-2018/M/ANAQUIMICOS S.G EIRL/CC

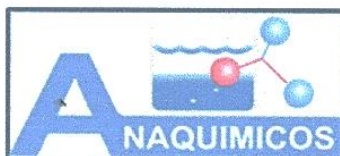
SOLICITANTE : JUNIOR ALVA PINEDO
LUGAR : LAGUNA DE SAUCE
PUNTO DE MUESTREO : Este: 364517.25 – Norte: 9255949.08
MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 22-04-18
HORA TOMA DE MUESTRA : 08:00 a.m.
MUESTREO : SOLICITANTE
FECHA DE EMISIÓN : 02-05-2018

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	L.M.P D.S. 004 – 2017 CAT-1-A ₁	RESULTADOS
01	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	320

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 120674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

INFORME DE ENSAYO N° 056-2018/M/ANAQUIMICOS S.G EIRL/CC

SOLICITANTE : JUNIOR ALVA PINEDO
LUGAR : LAGUNA DE SAUCE
PUNTO DE MUESTREO : Este: 365664.27 – Norte: 9256969.59
MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 22-04-18
HORA TOMA DE MUESTRA : 08:23 a.m.
MUESTREO : SOLICITANTE
FECHA DE EMISIÓN : 02-05-2018

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	L.M.P D.S. 004 – 2017 CAT-1-A ₁	RESULTADOS
01	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	270

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

INFORME DE ENSAYO N° 057-2018/M/ANAQUIMICOS S.G EIRL/CC

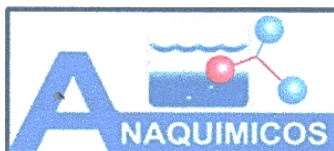
SOLICITANTE : JUNIOR ALVA PINEDO
LUGAR : LAGUNA DE SAUCE
PUNTO DE MUESTREO : Este: 365853 – Norte: 9258162
MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 22-04-18
HORA TOMA DE MUESTRA : 08:36 a.m.
MUESTREO : SOLICITANTE
FECHA DE EMISIÓN : 02-05-2018

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	L.M.P D.S. 004 – 2017 CAT-1-A ₁	RESULTADOS
01	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	338

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140674
 TITULAR GERENTE




ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE
AGUA Y SANEAMIENTO

INFORME DE ENSAYO N° 058-2018/M/ANAQUIMICOS S.G EIRL/CC

SOLICITANTE : JUNIOR ALVA PINEDO
LUGAR : LAGUNA DE SAUCE
PUNTO DE MUESTREO : Este: 365740 – Norte: 9260012
MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 22-04-18
HORA TOMA DE MUESTRA : 08:48 a.m.
MUESTREO : SOLICITANTE
FECHA DE EMISIÓN : 02-05-2018

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	L.M.P D.S. 004 – 2017 CAT-1-A ₁	RESULTADOS
01	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	360

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

Ing. Samuel López Chávez
 CIP. N° 140674
 TITULAR GERENTE