



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“INFLUENCIA DE LOS NUTRIENTES EN LA CONCENTRACIÓN
DE CLOROFILA EN LA LAGUNA VALLE HERMOSO DEL
CANTÓN GUANO”**

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: DENNIS JAVIER PILCO CARRAZCO

TUTOR: ING. ANDRÉS BELTRAN

Riobamba – Ecuador

2017

@ 2017, Dennis Javier Pilco Carrazco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de Titulación: “**ANÁLISIS INFLUENCIA DE LOS NUTRIENTES EN LA CONCENTRACION DE CLOROFILA EN LA LAGUNA VALLE HERMOSO DEL CANTÓN GUANO**” de responsabilidad del señor egresado Dennis Javier Pilco Carrazco, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Andrés Beltran

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Dra. Yolanda Díaz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Dennis Javier Pilco Carrazco, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Dennis Javier Pilco Carrazco
C.I. 0604131912

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico con mucho cariño a mis padres quienes fueron mi pilar y mi motivación día a día durante toda mi vida y mucho más en mi vida estudiantil, guiando siempre mi camino, con sus consejos y por darme las fuerzas en las situaciones difíciles, así también a mi familia quienes me han brindado amor, calidez en cada momento.

Dennis

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a Dios que con su bendición me ha permitido terminar una etapa de mi vida, siendo mi motor, mi fuerza y quien guía mis pasos.

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional, en todo momento.

A mis profesores quienes durante mi vida universitaria supieron guiarme y brindarme los conocimientos para poder culminar esta etapa de mi vida.

A mis tutores Ing. Andrés Beltrán y Dra. Yolanda Díaz por haberme guiado durante todo el trabajo, colaborándome desinteresadamente.

Al GAD de Guano y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme las facilidades para el desarrollo del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	5
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Bases Teóricas Generales.....	6
1.2.1. <i>Limnología</i>	6
1.2.2. <i>Eutrofización</i>	7
1.2.2.1. <i>Definición</i>	7
1.2.2.2. <i>Causas</i>	8
1.2.2.3. <i>Nutrientes que eutrofizan las aguas</i>	8
1.2.2.4. <i>Control</i>	8
1.2.2.5. <i>Estados tróficos</i>	9
1.2.2.6. <i>Problemas asociados a la eutrofización</i>	9
1.2.3. <i>Índice de estado trófico</i>	11
1.2.3.1. <i>Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson</i>	11
1.2.4. <i>Transparencia secchi</i>	12
1.2.5. <i>Parámetros físicos a determinarse</i>	13
1.2.5.1. <i>Temperatura</i>	13
1.2.5.2. <i>pH</i>	14
1.2.5.3. <i>Conductividad</i>	14
1.2.6. <i>Nutrientes</i>	15
1.2.6.1. <i>Nitratos y nitritos</i>	16
1.2.6.2. <i>Fosfatos</i>	17
1.2.6.3. <i>Nitrógeno amoniacal</i>	18
1.2.6.4. <i>Sulfatos</i>	19

1.2.6.5.	<i>Fosforo total</i>	19
1.2.7.	<i>Clorofila</i>	20
1.2.7.1.	<i>Clorofila “a”</i>	22
CAPÍTULO II		24
2.	METODOLOGÍA	24
2.1.	Determinación de los Puntos de Muestreo	24
2.2.	Muestreo.....	24
2.2.1.	<i>Tipo de Muestreo</i>	24
2.2.2.	<i>Cantidad de muestra</i>	25
2.2.3.	<i>Frecuencia</i>	25
2.2.4.	<i>Toma, identificación y conservación de la muestra</i>	25
2.3.	Medición de parámetros “in situ”.....	27
2.3.1.	<i>Temperatura, pH, conductividad</i>	27
2.3.2.	<i>Trasparencia</i>	27
2.4.	Análisis de muestras.....	28
2.4.1.	<i>Nutrientes</i>	29
2.4.1.1.	<i>Nitritos</i>	29
2.4.1.2.	<i>Nitratos</i>	29
2.4.1.3.	<i>Nitrógeno amoniacal</i>	30
2.4.1.4.	<i>Sulfatos</i>	30
2.4.1.5.	<i>Fosfatos</i>	31
2.4.1.6.	<i>Fósforo total</i>	31
2.4.2.	<i>Clorofila</i>	33
2.5.	Materiales equipos y reactivos utilizados en el proyecto	35
2.6.	Procesamiento de datos	35
2.7.	Estado trófico	36
2.7.1.	<i>Índice de estado trófico para transparencia secchi</i>	36
2.7.2.	<i>Índice de estado trófico para clorofila “a”</i>	37
2.7.3.	<i>Índice de estado trófico para fósforo total</i>	37

2.7.4.	<i>Índice de estado trófico total</i>	37
CAPITULO III		39
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
3.1.	Zona de estudio	39
3.1.1.	<i>Descripción general</i>	39
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	40
3.2.	Puntos de monitoreo.....	41
3.3.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	42
3.3.1.	<i>Parámetros In Situ</i>	42
3.3.2.	<i>Nutrientes</i>	46
3.3.3.	<i>Clorofila</i>	52
3.3.4.	<i>Correlaciones</i>	58
3.3.4.1.	<i>Correlación nitratos - clorofila “a”</i>	59
3.3.4.2.	<i>Correlación nitrógeno amoniacal – clorofila “a”</i>	60
3.3.4.3.	<i>Correlación sulfatos - clorofila “a”</i>	61
3.3.4.4.	<i>Correlación fósforo total - fosfatos</i>	62
3.3.4.5.	<i>Correlación sulfatos – nitrógeno amoniacal</i>	63
3.3.4.6.	<i>Correlación sulfatos – nitratos</i>	63
3.3.5.	<i>Análisis de componentes principales</i>	64
3.3.6.	<i>Índice de estado trófico</i>	67
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES		74
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Laguna Eutrofizada	7
Figura 2-1: Dragado Cuerpos de Agua	9
Figura 3-1: Cambios en la Calidad del Agua generados por la Eutrofización	10
Figura 4-1: Disco Secchi.....	13
Figura 5-1: Molécula Clorofila	21
Figura 6-1: Espectro de Absorción de la Clorofila a y b.....	22
Figura 1-3: Laguna Valle Hermoso.....	39
Figura 2-3: Ubicación Laguna Valle Hermoso	40
Figura 3-3: Imagen de Ubicación de los Puntos de Monitoreo	41
Figura 4-3: Análisis de componentes principales que más inciden.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Métodos utilizados para cada nutriente	32
Tabla 2-2: Materiales equipos y reactivos utilizados	35
Tabla 3-2: Escala de Valores de Estado Trófico según Carlson 1977	38
Tabla 1-3: Ubicación de los puntos de monitoreo en la laguna Valle Hermoso del cantón Guano	41
Tabla 2-3: Resultados de temperatura (°C).....	42
Tabla 3-3: Resultados de pH.....	43
Tabla 4-3: Resultados de Conductividad (µS/cm)	44
Tabla 5-3: Resultados de Transparencia (m).....	45
Tabla 6-3: Resultados de nitratos (mg/L).....	46
Tabla 7-3: Resultados de nitritos (mg/L)	47
Tabla 8-3: Resultados de nitrógeno amoniacal (mg/L).....	48
Tabla 9-3: Resultados de sulfatos (mg/L)	49
Tabla 10-3: Resultados de fosfatos (mg/L).....	50
Tabla 11-3: Resultados de fósforo total (mg/L)	51
Tabla 12-3: Absorbancias Diciembre.....	53
Tabla 13-3: Absorbancias Enero.....	54
Tabla 14-3: Absorbancias Febrero	54
Tabla 15-3: Absorbancias Marzo	54
Tabla 16-3: Resultados de clorofila “a” (mg/m3)	55
Tabla 17-3: Resultados de clorofila “b” (mg/m3).....	56
Tabla 18-3: Resultados de clorofila “c” (mg/m3)	57
Tabla 19-3: Matriz de correlaciones entre los diferentes parámetros analizados.....	58
Tabla 20-3: Correlaciones significativas.....	59
Tabla 21-3: Relación nitratos – clorofila “a”	59
Tabla 22-3: Relación nitrógeno amoniacal – clorofila “a”	60
Tabla 23-3: Relación sulfatos – clorofila “a”.....	61
Tabla 24-3: Relación fósforo total - fosfatos	62
Tabla 25-3: Relación sulfatos – nitrógeno amoniacal.....	63
Tabla 26-3: Relación sulfatos – nitratos.....	63
Tabla 27-3: Comunalidades	64
Tabla 28-3: Varianza total explicada	65

Tabla 29-3: Matriz de componentes rotado	66
Tabla 30-3: Escala de Estado Trófico de Carlson	68
Tabla 31-3: Valores de TSI de transparencia secchi	69
Tabla 32-3: Valores de TSI de fósforo total.....	69
Tabla 33-3: Valores de TSI de clorofila “a”	69
Tabla 34-3: Valores de TSI promedio.....	70
Tabla 35-3: Comparación Valores de TSI promedios con la escala de Carlson	70
Tabla 36-3: Estado trófico global de la Laguna	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Variación de Temperatura Promedio (°C).....	42
Gráfico 2-3: Variación de ph promedio	43
Gráfico 3-3: Variación de Conductividad promedio (µS/cm).....	44
Gráfico 4-3: Variación de Transparencia (m)	45
Gráfico 5-3: Variación Nitratos promedio (mg/l)	46
Gráfico 6-3: Variación de Nitratos promedio (mg/l)	47
Gráfico 7-3: Variación de Nitrógeno Amoniacal promedio (mg/l).....	48
Gráfico 8-3: Variación de Sulfatos promedio (mg/l)	49
Gráfico 9-3: Variación de Fosfatos promedio (mg/l).....	50
Gráfico 10-3: Variación de Fosforo Total Promedio	51
Gráfico 11-3: Variación de Clorofila “a” promedio (mg/m3).....	55
Gráfico 12-3: Variación de Clorofila “b” promedio (mg/m3)	56
Gráfico 13-3: Variación de Clorofila “c” (mg/m3).....	57

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-2: Toma de Muestras de los 5 Puntos de Monitoreo	26
Fotografía 2-2: Determinación de Parámetros “In situ”.....	27
Fotografía 3-2: Medición de Traspirencia Secchi	28
Fotografía 4-2: Análisis de Nutrientes en el Laboratorio de Aguas del GAD de Guano.....	32
Fotografía 5-2: Determinación de Clorofila.....	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Fotos de la laguna Valle Hermoso

Anexo B: Ficha de campo

Anexo C: Resultados obtenidos en el laboratorio de aguas del GAD del cantón Guano

Anexo D: Análisis de laboratorio de fósforo total

RESUMEN

Se evaluó cómo influyen los nutrientes en la concentración de clorofila “a”, al igual que determinar el estado trófico en que se encuentra la laguna Valle Hermoso del cantón Guano, generando información sobre el sistema acuático, que es inexistente. Se establecieron cinco puntos representativos de la laguna para poder ser monitoreados durante el periodo Diciembre 2016-Marzo 2017; determinándose in situ, mediante lectura directa del multiparámetro digital portátil, parámetros como temperatura, pH y conductividad, la transparencia fue medida con el disco secchi, los nutrientes tales como: nitritos, nitratos, sulfatos, fosfatos y fósforo total fueron analizados mediante el uso de los standar methods, el nitrógeno amoniacal fue analizado mediante el método de Nessler, la clorofila fue analizada mediante el método tricromático, una vez obtenidos los resultados se procedió a determinar las correlaciones existentes entre los distintos parámetros analizados, así como un análisis de componentes principales de los mismos con el uso del programa SPSS, posteriormente se utilizó el Índice de Estado Trófico según Carlson para determinar el grado de eutrofia de la laguna. Se obtuvieron correlaciones significativas entre los nutrientes como los sulfatos, nitrógeno amoniacal y nitratos con la clorofila “a” siendo estos nutrientes los que más influyen sobre la clorofila “a” de forma directa, mediante el análisis de componentes principales se obtuvieron dos componentes, el 1 integrado por los sulfatos , nitrógeno amoniacal y clorofila “a” y el 2 integrado por los fosfatos y fosforo total, estos componentes explican el 94% de la variabilidad del conjunto de datos, siendo los parámetros de estos componentes los que más información aportan al estudio del agua de la laguna puesto que interactúan más. Con el uso del índice de estado trófico de Carlson se determinó que la laguna se encuentra en estado eutrófico, recomendándose acoger medidas ambientales para que el cuerpo de agua no se siga deteriorando.

Palabras clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <CALIDAD DEL AGUA>, <LIMNOLOGÍA>, < CLOROFILA “a”>, < NUTRIENTES ACUÍFEROS>, < ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO> < EUTROFIZACIÓN>, <COMPONENTES PRINCIPALES>.

SUMMARY

It was evaluated how the nutrients influence on “a” chlorophyll concentration, as well as the trophic state in which the Valle Hermoso lagoon of Guano canton was found, generating information on the water system, which is non-existent. Five representative points of the lagoon to be monitored during December 2016 – March 2017 were established; determining in situ by means of direct reading of the portable digital multiparameter, parameters such as temperature, pH and conductivity, transparency was measured with Secchi disk, nutrients such as nitrites, nitrates, sulfates and total phosphorus were analyzed using the standard methods, ammoniacal nitrogen was analyzed by the method of Nessler, chlorophyll was analyzed by the trichromatic method, once the results were obtained, the correlations between the different parameters analyzed were determined, as well as an analysis of main components with the use of SPSS program and then the Trophic Status Index by Carlson was used in order to determine the levels of eutrophy of the lagoon. Significant correlations were found between nutrients such as sulfates, ammoniacal nitrogen and nitrates with chlorophyll “a” directly. By analyzing principal components, two components were obtained, the first composed of sulfates, ammoniacal nitrogen and chlorophyll “a” and the second composed of phosphates and total phosphorus. These components account for 94% of the variability of the data set, being the parameters of these components which provide more information to study the water of the lagoon water since they interact more. Using the Trophic State Index by Carlson, it was determined that the lagoon is in the eutrophic state, and it is recommended that environmental measures be adopted so that the water quality does not continue to deteriorate.

KEYWORDS: <BIOTECHNOLOGY>, < WATER QUALITY>, <LIMNOLOGY>, < “A” CHLOROPHYLL>, < AQUIFERS NUTRIENTS>, < TROPHIC STATUS INDEX>, < EUTROPHICATION>, <MAIN COMPONENTS>.

INTRODUCCIÓN

Situación Problemática

En el cantón Guano parroquia El Rosario, antes de llegar a la zona urbana se formó una laguna, que es considerada como un atractivo turístico de la ciudad, llamada Valle Hermoso, desgraciadamente malos ciudadanos iniciaron su destrucción, debido a que no existe ningún control por parte de las autoridades, la pérdida del espejo de agua por proliferación de la totora y los diferentes desperdicios que se arrojan tanto al interior como en los alrededores de la misma ha desencadenado en la generación de malos olores que antes no se percibían, la suma de todos estos factores contribuye a que la laguna se vaya deteriorando.

Como se conoce el proceso de "sucesión" de una laguna, empieza en su formación hasta su desaparición aconteciendo muy lentamente, un factor importante para que se de este acontecimiento es la cantidad de nutrientes que ingresan en el cuerpo de agua, principalmente originados por la escorrentía agrícola y el vertido de aguas domésticas, originando el fenómeno de eutrofización, las lagunas pequeñas como la del presente estudio, debido a su tamaño son rellenados con sedimentos más rápidamente lo cual acelera la eutrofización.

Esta laguna constituye un ecosistema prácticamente desconocido desde el punto de vista limnológico, debido a la falta de estudios que permitan conocer la situación actual del ecosistema.

La influencia existente entre los nutrientes contenidos en el agua tales como; nitritos, nitratos, fosfatos, sulfatos, nitrógeno amoniacal y fosforo total de la laguna Valle Hermoso del cantón Guano hacia la concentración de clorofila "a" de la misma es desconocida, información que es muy importante, ya que puede darnos una explicación acerca de la dinámica del ecosistema, además que nos permitirá diagnosticar el estado de eutrofización.

Formulación del Problema

La inexistencia de información o estudios acerca de la laguna Valle Hermoso, hace que no se conozca la situación actual en que se encuentra, por lo que no se hace esfuerzos en el cuidado de la misma, llegando a observarse de forma directa el deterioro de este cuerpo de agua que puede ser vital para el desarrollo del Cantón Guano.

Justificación

La Constitución de la República del Ecuador declara el derecho humano al agua constituyéndolo como patrimonio nacional. Por otro lado, expresa el derecho de la naturaleza a la restauración. Por tanto, es deber de todos los ecuatorianos buscar soluciones a las problemáticas ambientales en miras a alcanzar los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir.

Como conocemos la eutrofización forma parte de un fenómeno natural de envejecimiento de las lagunas, que generalmente acontece de forma independientemente de la actividad humana, pero debido a la creciente urbanización, el progreso agrícola, apresuran este proceso, es por esto que la vida útil de este cuerpo de agua se reduce.

La importancia que tiene la cuantificación de los nutrientes que presenta el agua de la laguna Valle Hermoso (primordialmente fósforo y nitrógeno), es debido a que con estos datos, se pueden proyectar esfuerzos futuros para la conservación de la calidad del agua, y la conservación de este sistema acuático.

Si en la laguna el ingreso de nutrientes tiene una concentración alta, la laguna se llega a considerar hipereutrófica, y si el ingreso de los nutrientes tiene una concentración baja, la laguna se llega a considerar oligotrófica. (Ubatic, 2005)

El ingreso de altas concentraciones de nutrientes, pueden provocar la pérdida del espejo de agua y por consiguiente acelerar el proceso de eutrofización de la laguna, lo cual puede desencadenar en la pérdida de este recurso vital para el desarrollo del cantón Guano.

Con el presente proyecto, se pretende conocer si los nutrientes (Nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, sulfatos, fosfatos y fosforo total) presentes en la laguna tienen influencia sobre la concentración de clorofila “a” de la misma, debido a que la determinación de este indicador biológico, viene a ser uno de los índices claves en el seguimiento de la población, en la mayoría fitoplancton y como está el estado de los ecosistemas acuáticos, pues es un parámetro muy importante para la determinación del índice de estado trófico de la laguna.

De esta manera se contribuirá a la generación de información acerca de la situación actual de la laguna, y que ayudará a las diferentes autoridades y entidades gubernamentales tales como: MAE, SENAGUA, CONSEJO PROVINCIAL y en particular al GAD del cantón Guano, ya que este lugar es un atractivo turístico.

El presente proyecto es pertinente debido a su concordancia con las líneas que maneja la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la Facultad de Ciencias, implicado en el área de Medio Ambiente y Recursos Naturales congruente con la gestión de recursos como el aire, agua y suelo.

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar cómo influyen los nutrientes en la concentración de clorofila “a” en la laguna Valle Hermoso del cantón Guano.

Objetivos específicos

- Identificar las correlaciones existentes entre los nutrientes del agua de la laguna Valle Hermoso del Cantón Guano.
- Determinar cuáles son los principales parámetros en el estudio del agua de la laguna Valle Hermoso del cantón Guano.
- Determinar el índice de estado trófico que presenta la Laguna Valle Hermoso del cantón Guano.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Existen estudios que se han realizado en lagunas en diferentes partes del mundo, en relación a los nutrientes y la clorofila “a” que estas presentan ya que en la laguna del presente estudio no existen antecedentes o estudios realizados.

Sosa y Gaxiola (2013 pp. 143-154), realizaron la determinación de variabilidad temporal de los nutrientes y la clorofila “a” del fitoplancton también analizaron producción primaria en la Laguna de Cuyutlán. Llegando a aumentar la concentración de los nutrientes en los meses de febrero y junio debido a la re mineralización de la materia orgánica presente en la laguna, llegándose a tener altas concentraciones de silicatos por efectos de la escorrentía de agua dulce en el mes de Octubre, haciendo que muchos otros nutrientes varíen como los nitritos y nitratos.

El parámetro de clorofila “a” se lo usó como criterio para poder determinar el nivel trófico de la laguna llegándose a determinar que esta laguna se encuentra en estado eutrófico. Los parámetros físicos los nutrientes y la clorofila “a” expresaron variabilidad temporal en el cuerpo de agua.

Alcántara y Cravo (2012 págs. 161-176), en el sur de Portugal en la Laguna de Ancao .Se determinaron parámetros tales como temperatura, la salinidad, el pH, el OD, la concentración de clorofila “a” y de nutrientes. Una vez determinados estos parámetros, la velocidad del flujo y el movimiento de nutrientes así como de clorofila “a” se midieron e integraron durante un ciclo de cuatro meses para poder calcular el transporte neto en la laguna.

Con las mediciones que se hicieron las concentraciones que presentaron los nutrientes eran bajas (casi agotadas), en tanto que las concentraciones que presentó la clorofila “a” eran altas (4–6 mg m⁻³). Al calcularse los transportes estimados mostraron que existe una importación neta de clorofila “a”, nitrato y fosfato hacia la laguna, llegándose a determinar una relación entre los nutrientes y la clorofila presente en la laguna.

Según estudios basados en los muestreos de 33 lagunas de la costa Mexicana sobre la concentración de clorofila “a” y algunos nutrientes, se presentó un análisis y discusión acerca de la importancia de estos parámetros, la relación presente entre estos y la aplicación de los mismos para calcular un índice trófico que fue establecido por Carlson en 1977.

Por los diferentes entornos ecológicos en que se determinó el pigmento (clorofila “a”), los resultados obtenidos ayudaron a establecer algunas consideraciones, la estrecha relación que se da entre la clorofila con los diferentes nutrimentos tanto naturales como del hombre. (Contreras, y otros, 1994 pág. 67)

1.2. Bases Teóricas Generales

1.2.1. Limnología

La limnología es una ciencia que se encarga del estudio de los fenómenos físicos y biológicos en lagunas. Su etimología permite interpretarla como la ciencia de los lagos; la raíz griega limne es una divinidad de las aguas en general, es por esto que resulta adaptable tanto a lagos y fuentes, u otro tipo de aguas. En los estatutos de la Sociedad Internacional de Limnología (1922) es considerada como el estudio del conjunto de aguas dulces o epicontinentales.

En realidad, limnología puede designar el estudio de toda clase de aguas continentales o epicontinentales, fluyentes o estancadas, según apuntó el profesor Margalef en 1983. (Colmenar, 2002 p. 79). Como dato histórico, la Limnología no era reconocida como una ciencia, pero a mediados del siglo XIX, el científico Charles Darwin en el libro titulado “El origen de las especies” planteó que la limnología si es una ciencia. (Eco, Conciencia, 2016)

1.2.2. Eutrofización

1.2.2.1. Definición

Es un proceso natural y/o antropogénico que radica en el enriquecimiento de las aguas con los nutrientes, a tal nivel que no puede ser subsanado por la mineralización total. Los efectos de la eutrofización pueden interferir con los distintos usos que el hombre suele hacer con los cuerpos de agua como abastecimiento de agua potable, riego, recreación, etc.

Por lo general las diferentes masas de agua que son eutróficas presentan un alto nivel de productividad y de biomasa en cada uno de los niveles tróficos es por eso que proliferan las algas, también presentan aguas profundas que son pobres en oxígeno y un crecimiento alto de las plantas acuáticas. (Margalef, 1991 p. 951)



Figura 1-1: Laguna eutrofizada

Fuente: (Ossorio Arana, 2012)

1.2.2.2. Causas

Entre las principales causas para que se dé la eutrofización se encuentra: la contaminación urbana con los distintos tipos de residuos que se generan, también la contaminación atmosférica generada por óxidos de azufre y nitrógeno los cuales reaccionan con el agua presente en la atmósfera y dan como resultado el ion sulfato e ion nitrato, otra es la contaminación agropecuaria con los distintos fertilizantes o excrementos que se utilizan en los suelos y la contaminación forestal por arrojar en los cuerpos de agua residuos forestales. (Ecología Verde, 2008)

1.2.2.3. Nutrientes que eutrofizan las aguas

Los nutrientes que más inciden en la eutrofización suelen ser los fosfatos y los nitratos. El factor limitante para la vegetación es el fosfato en unos ecosistemas acuáticos. (Ossorio Arana, 2012). Según algunos estudios en las últimas tres décadas las concentraciones de nitrógeno y fósforo del mar y lagos casi llegan a ser el doble.

Para el nitrógeno, gran proporción con un aproximado del 30%, la cual es aportada por contaminación atmosférica. El elemento N tiende a ser más móvil que el elemento P y por lo tanto tiende a ser movido con el lavado del suelo o pasar al aire por evaporación del amoníaco también por la desnitrificación. El fósforo suele ser absorbido con mayor facilidad por el suelo y ser arrastrado por la erosión y ser disuelto en las aguas de erosión superficial. (Ossorio Arana, 2012 pág. 106)

1.2.2.4. Control

Este fenómeno puede ser controlado con el dragado del cuerpo de agua, la recolección de malezas acuáticas, también se pueden agregar productos químicos los cuales hacen que precipiten el fosforo también se puede utilizar el control biológico o reduciendo el crecimiento de malezas acuáticas. (Ryding, et al., 1992 p. 375)



Figura 2-1: Dragado de cuerpos de agua

Fuente: (i ambiente, 2013)

1.2.2.5. Estados tróficos

En términos generales un sistema acuático se lo clasifica en: **oligotrófico** (pocos nutrientes), **mesotrófico** (intermedio de nutrientes) y **eutrófico** (muchos nutrientes). Algunos autores consideran un cuarto estado, el **distrófico** cuya característica predominante es una elevada concentración de sustancias húmicas (dando un color marrón-amarillentas) y este estado no depende de la carga de nutrientes. (Goyenola, 2007 p. 102)

1.2.2.6. Problemas asociados a la eutrofización

Entre los problemas asociados tenemos el crecimiento no controlado de las poblaciones de fitoplancton (floración o bloom) que es uno de los efectos más frecuentes de la contaminación del hombre por nutrientes en cuerpos de agua (Tarczynska et al. 2001). Debido a la gran cantidad biomasa que producen los organismos fotosintéticos al descomponerse desoxigenan el agua, lo cual produce malos olores ocasionando la muerte de peces u otro organismo que habitan en el cuerpo de agua.

Al producirse este fenómeno incide profundamente en la calidad del agua, quedando inhabilitado el uso de este recurso para algunos usos como la recreación, potabilización, entre otros. (Moss et al. 1996). Un problema de importancia asociado a la eutrofización es la toxicidad que presentan ciertos metabolitos secundarios de las cianobacterias (cianotoxinas), que son

potencialmente peligrosas para la salud del hombre como la del ambiente (Jochimsen et al. 1998, Tarczynska et al. 2001).

El cambio global y el avance de la eutrofización antrópica en los cuerpos de agua (Jeppesen et al. 2005), hacen que se tenga que trabajar en la generación de conocimiento, los cuales sean aplicables a la evaluación de riesgos sanitarios y ambientales, así también a la conservación y recuperación de la calidad de agua (Goyenola, 2007 p. 146) .

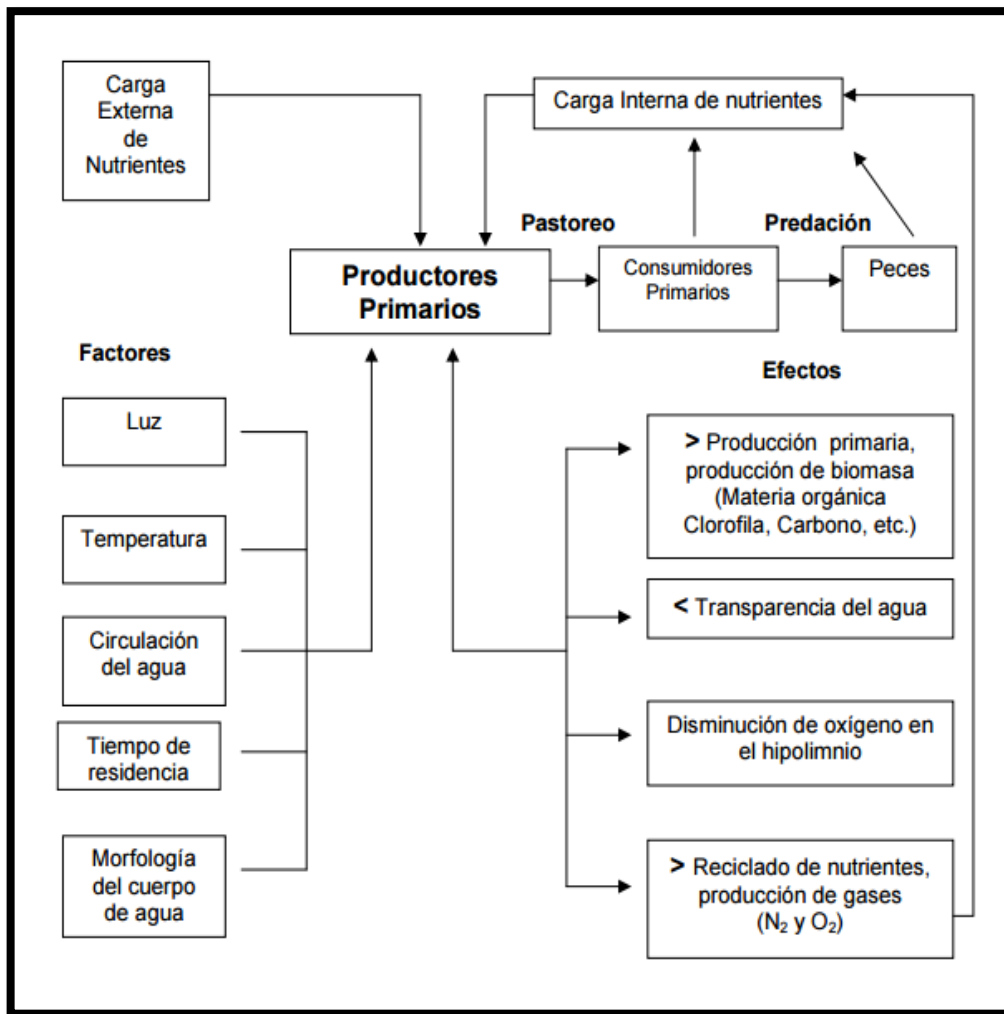


Figura 3-1: Cambios en la calidad del agua generados por la eutrofización

Fuente: (PCN, 2009)

1.2.3. Índice de estado trófico

Para la determinación del índice de estado trófico de un sistema lacustre como una laguna se pueden utilizar varios criterios por lo que se ha llegado a establecer que este índice depende de factores como la carga de nutrientes, la transparencia, la medición de fitoplancton, la flora, el estado del agua entre otros, por consiguiente para la evaluación del índice de estado trófico se necesita la evaluación de más de un parámetro.

1.2.3.1. Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson

Este índice es uno de los más usados para la determinación y clasificación del índice de estado trófico de las lagunas ya que es sencillo y objetivo. El índice de estado trófico de Carlson (IETC) fue desarrollado para las regiones templadas, ya que el metabolismo de los ecosistemas acuáticos difiere de las que se encuentran en entornos tropicales.

El índice de estado trófico de Carlson usa una transformación logarítmica con los valores del disco de secchi como medida de la biomasa algal, con escala de 0 a 100. Cuando existe un aumento de 10 unidades en la escala constituye el doble de la biomasa de algas, la clorofila “a” y el fósforo total son parámetros importantes a la hora de la determinación del índice al igual que la claridad del agua (disco secchi) (Ortiz, 2011). Este índice comprende cuatro estados generales: oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hipereutróficos. (Fraile, et al., 2009 p. 35) Las ecuaciones que se utilizan para determinar el IET de Carlson propuestas en 1977 se describen a continuación:

Transparencia del Agua Disco Secchi (Ds) (m):

$$\text{TSI}_{\text{Ds}}: 60 - 14,41 \text{ Ln (Ds)}$$

Fósforo Total (Pt) (mg/m³):

$$\text{TSI}_{\text{Pt}}: 14, 42 \text{ Ln (Pt) + 4, 15}$$

Clorofila a (Clorf a) (mg/m³):

$$\text{TSI}_{\text{Clorf a}}: 9, 81 \text{ Ln (Clorf a) + 30, 6}$$

TSI Global

$$TSI_{TOTAL} = \frac{(TSI_{Ds} + TSI_{Clorfa} + TSI_{Pt})}{3}$$

1.2.4. Transparencia secchi

Como se conoce al trascender en un determinado cuerpo de agua, la luz que penetra en el mismo va desapareciendo por procesos de absorción y dispersión. Cabe destacar que el agua pura con la transparencia que presenta ya interacciona con la luz y favorece la extinción de la misma, cabe tomar en cuenta que los sistemas acuáticos contienen sustancias que están diluidas y las partículas en suspensión, se puede considerar la existencia de una zona iluminada en la superficie de los cuerpos de agua, que según aumenta la profundidad las zonas se vuelven más oscuras.

Entre los principales factores que afectan la transparencia de los sistemas acuáticos esta la concentración de nutrientes que entran a un cuerpo de agua, los distintos desechos domiciliarios que son arrojados, el traslado de fertilizantes y restos de plantas que son arrastradas ya sea por el viento o por el agua. (Vasquez, 2005 p. 23)

En las lagunas, al medir la profundidad hasta que la luz penetra nos da como resultado la medida de la zona litoral y genera la información acerca de la medida de la columna de agua en la que se puede realizar el proceso de fotosíntesis y por ende la existencia de plantas en esa zona. En gran cantidad de cuerpos de agua es común la existencia de aguas turbias verdosas, que nos indica la existencia de gran cantidad organismos fotosintéticos microscópicos (fitoplancton). (SAG, 2017 p. 21)

Para su determinación se utiliza el disco de secchi, que es un círculo que tiene de 20-30 cm de diámetro, este disco está dividido en 4 cuadrantes coloreados en forma alternada en negro y blanco, este está sujetado por una cuerda la cual está marcada con medidas. Para tomar la medida al disco se lo hunde del lado coloreado desde un bote hasta que no se lo pueda observar, se anota la profundidad, se vuelve a subir el disco hasta observarlo y se saca un promedio de las dos medidas y así se obtiene la medida de la transparencia en el cuerpo de agua.

Se denominan cuerpos de aguas claras aquellos cuya medida secchi sean mayores o iguales a un metro. La transparencia es un parámetro fundamental para la determinación del índice del Estado Trófico de los sistemas acuáticos. (Vasquez, 2005 p. 86)



Figura 4-1: Disco secchi

Fuente: (SAG, 2017)

1.2.5. Parámetros físicos a determinarse

Para el presente proyecto en la Laguna Valle Hermoso del Cantón Guano se planteó el análisis de los siguientes parámetros físicos:

1.2.5.1. Temperatura

La temperatura es un factor muy importante a tomar en cuenta por la relación que mantiene con el funcionamiento de ecosistemas acuáticos ya que regula y afecta otros parámetros en los cuerpos de agua como la solubilidad de nutrientes, gases, el estado físico de nutrientes, y también influencia en propiedades fisico-químicas del medio acuático como el pH, potencial redox, la densidad, y la viscosidad del sustrato. Estas relaciones inciden en la repartición, en la diversidad y en las actividades metabólicas que realizan los seres vivos del medio acuático. (Roldan Perez, 2003 p. 31)

La radiación solar eleva la temperatura del agua que se encuentra cercana a la superficie, lo que ocasiona que se forme una capa de agua tibia la cual es menos densa, encima de una capa de agua fría y que será muy densa en los sistemas acuáticos. La temperatura por lo general se mide en grados centígrados (°C) y en grados Fahrenheit (°F) este parámetro se lo debe tomar In situ.

1.2.5.2. *pH*

El pH, se define como la concentración de los iones hidrógeno y nos indica la naturaleza del agua de un sistema acuático pudiéndose determinar ácida si tiene un valor menor a 7, alcalina si el valor es mayor a 7 o neutra si es 7. Gran cantidad de las aguas naturales presentan un pH comprendido entre 6 y 8.

El pH de un cuerpo de agua viene a ser un parámetro que regula procesos biológicos intervenidos por enzimas como por ejemplo la fotosíntesis y la disponibilidad de nutrientes fundamentales para el crecimiento microbiano. Es por esto que los cambios de pH pueden tener efectos en los distintos niveles de la materia viva. Asimismo el pH nos da un aviso si el agua está contaminada por diferentes compuestos químicos. . (Roldan Perez, 2003 p. 35)

1.2.5.3. *Conductividad*

La conductividad que presenta el agua nos indica cual es la capacidad de dirigir la corriente eléctrica por el agua, que viene a ser una medida indirecta de la concentración de iones presentes como cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio. Este parámetro en los cuerpos de agua dulce viene dada por la composición geología del lugar en donde se encuentran.

La conductividad por lo general se mide en siemens por centímetro. La conductividad que presentan los cuerpos de agua continentales habitualmente es baja, comprendiendo un valor entre 50 y 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por esta razón la conductividad es ocupada como un indicador de la calidad que presentan los cuerpos de agua. Por lo general los sistemas acuáticos presentan valores de conductividad en un rango constante, que al conocerse, se los puede utilizar para ser

comparadas con otras determinaciones puntuales. Los cambios bruscos en los valores de conductividad pueden darnos indicios de contaminación. (Roldan Perez, 2003 p. 41)

1.2.6. Nutrientes

Los nutrientes vienen a ser elementos indispensables para que los organismos puedan desarrollarse de forma normal y cada nutriente tiene una determinada función y no puede ser sustituido por ningún otro. Para el desarrollo y la diferenciación de un tipo de organismo se necesita suministrar continuamente diferentes minerales para que cumplan cada una de las funciones. Las diferentes cantidades y proporciones de nutrientes son relativas a lo que necesita cada especie, también de la edad y en qué condiciones se desarrolla. (Medina, 1977 pág. 102)

Las diferentes actividades que realiza el hombre ha estimulado de forma directa el aumento de la concentración natural en que se encuentran los nutrientes. Entre los más comunes que están presentes en muchos ambientes acuáticos están el fósforo y el nitrógeno, que pueden ocasionar la eutrofización de estos cuerpos de agua. El aumento de dichos elementos está directamente relacionado especialmente a la utilización intensiva de detergentes (polifosfatos), así también de fertilizantes (nitrógeno).

La existencia de los nutrientes en cada uno de los ecosistemas es necesaria, pero si las concentraciones de cualquiera de estos son altas, desencadenara desequilibrios en los ecosistemas y provocará efectos de distinta dimensión. (Medina, 1977 pág. 102)

Para el presente proyecto en la Laguna Valle Hermoso del cantón Guano se formuló el análisis de los siguientes nutrientes:

1.2.6.1. Nitratos y nitritos

El nitrógeno constituye uno de los nutrientes más importantes para el desenvolvimiento de los animales y de las diferentes plantas acuáticas. En el agua usualmente esta en forma de amoníaco (NH_3), también como nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-).

Por lo general cuando a un cuerpo de agua entran descargas de aguas residuales que sean domésticas, al nitrógeno se lo puede encontrar en forma de nitrógeno amoniacal, y este, una vez que entra en contacto con el oxígeno disuelto forma por oxidación los nitritos y nitratos. Para que se de este proceso de nitrificación la temperatura, la cantidad de oxígeno disuelto y el pH del agua vienen a ser parámetros de los cuales dependerá el proceso.

Los nitratos por lo general son muy solubles en agua por la polaridad del ion. En los diferentes sistemas acuáticos, los compuestos nitrogenados tienden a transformarse en nitratos. Los nitritos también son solubles en agua y suelen transformarse de forma natural a partir de los nitratos, por los procesos de oxidación y reducción bacteriana del nitrógeno en los diferentes sistemas acuáticos. (Ros Romero, 2011 p. 56).

Por estabilidad el ion nitrito es menos estable que el ion nitrato ya que al ser reactivo tiende actuar de agente oxidante y reductor, y existe en cantidades estimables en condiciones de oxigenación baja. Es por esta razón que los nitritos cambian rápidamente a nitratos y que, usualmente, los nitratos existan en mayor cantidad en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. El nitrato es la especie originaria del nitrógeno más significativa ya que es una fuente de nutrientes primordial para determinados organismos autótrofos.

Si existe alta concentración de nitratos puede darse el proceso de eutrofización, incrementándose la población de ciertos organismos autótrofos los cuales lidian por el oxígeno con organismos aerobios más grandes en tamaño. Tanto la concentración de nitratos como de nitritos se encuentran relacionadas con la posterior generación de algas y si se las consume puede provocar metahemoglobinemia en el ser humano. (Ros Romero, 2011 p. 58)

La utilización masiva de fertilizantes nitrogenados, incluyéndose el amoníaco, y la contaminación originada por las excretas humanas y animales contribuyen a incrementar la concentración de nitratos en los cuerpos de agua.

Por lo general las aguas normales suelen contener menos de 10 ppm de nitratos, pero las aguas que están contaminadas, especialmente por fertilizantes, pueden alcanzar varios centenares de ppm. Los nitritos y nitratos pueden ser determinados mediante la espectrofotometría (absorción de la radiación UV).

1.2.6.2. Fosfatos

Los fosfatos, PO_4^{3-} , al ser poco soluble este suele precipitar fácilmente después de haber formado fosfato cálcico. Los fosfatos al ser ácido débil, favorecen a que las aguas se hagan alcalinas. Entre los compuestos del fósforo más frecuentes están los ortofosfatos, y los fosfatos orgánicos. Estos fosfatos suelen presentarse como partículas solubles del detritus o en los cuerpos de la mayoría de los organismos acuáticos. (Ros Romero, 2011 p. 71)

El fósforo es uno de los nutrientes más importantes de los organismos vivos, es por eso que las concentraciones altas de fosfatos en los sistemas acuáticos dan lugar a una gran proliferación de biomasa acuática que da lugar al proceso de eutrofización, con gran crecimiento de algas en embalses y lagunas, llegando acumularse gran cantidad de sedimentos.

Una función fundamental de los fosfatos es la influencia que estos tienen en el transporte y retención de los metales presentes en los cuerpos de agua, que se da por el fenómeno de complejación. La existencia del fósforo en las sistemas acuáticos es debido a los vertidos urbanos como los detergentes, fosas sépticas, etc., otra razón son los vertidos que realiza la industria agroalimentaria como abonos, residuos de procesos de alimentos. (Ros Romero, 2011 p. 72)

Los fosfatos principalmente se originan por los procesos biológicos. Se generan habitualmente a partir de los ortofosfatos en procedimiento de tratamiento biológico o también por los

organismos acuáticos presentes en el cuerpo de agua. Normalmente en el agua puede encontrarse concentraciones de no más de 1 ppm, pero puede alcanzar algunas decenas por el alto uso de fertilizantes.

Los fosfatos no se los determinan en análisis de rutina, pero se los detecta por técnicas de colorimetría y espectrofotometría, por lo que es necesario la digestión previa de los polifosfatos que suelen ser los constituyentes de los detergentes a fosfatos, para poder analizar posteriormente.

Para poder realizar una interpretación sobre la presencia de fosfatos en sistemas acuáticos, se recomienda diferenciar analíticamente las especies químicas que existen en el sistema. Las normas de calidad de agua no han llegado a establecer un valor límite concluyente. Pero es muy importante el estudio de la concentración de fosfatos presentes en el agua y cual es relación con la productividad biológica y que problemas se pueden generar como la emanación de olores (Ros Romero, 2011 p. 74)

1.2.6.3. Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno amoniacal representa un compuesto transitorio en el agua ya que forma parte del ciclo del nitrógeno y este es influenciado por la actividad biológica. Este viene a ser el producto natural por la descomposición de compuestos orgánicos nitrogenados. Dependiendo del pH este puede surgir como amonio o ion amonio en los cuerpos de agua.

Por lo general los cuerpos de agua no tienen que contener nitrógeno amoniacal. La existencia de este compuesto es calificado como una prueba química de que el sistema acuático tiene una contaminación reciente y peligrosa. Si el medio en que se encuentra es aerobio, el nitrógeno amoniacal tiende a convertirse en nitritos. (Iesao, 2001 p. 34)

1.2.6.4. Sulfatos

Los sulfatos por su naturaleza son sales solubles en agua, es por esto que suelen distribuirse crecidamente en la naturaleza y se presentan en los cuerpos de agua naturales en concentraciones altas.

Los sulfatos por lo general resultan del contacto del agua con terrenos ricos en yesos, también por la entrada de aguas residuales industriales a los cuerpos de agua; la presencia de los sulfatos no presenta problemas para su potabilización y su posterior consumo, pero si las concentraciones son superiores a 300mg/L llega a provocar trastornos gastrointestinales en los niños. (Severiche, et al., 2012 pp. 6-11)

Este ion sulfato llega a tener altas concentraciones en aguas naturales. Gran parte de las concentraciones está en el agua de lluvias y la determinación de los sulfatos genera información importante con relación a la contaminación y a determinados fenómenos ambientales; también genera información acerca del ácido sulfúrico que proviene del dióxido de azufre que se encuentra en la atmósfera.

En sistemas acuáticos, en zonas donde se pueda determinar un incremento en la concentración de fitoplancton, puede presentarse lugares anaerobios, ocasionados por la descomposición de materia orgánica, y en estas ocasiones las bacterias afines al sulfato se activan. Lo que hacen estas bacterias es tomar el oxígeno de los sulfatos dando lugar al sulfuro de hidrógeno, que es un compuesto que se caracteriza por dar origen a un olor desagradable y altamente tóxico y ocasiona la pérdida de muchos organismos del medio, a excepción de ciertas bacterias anaerobias. (GOIB, 2005)

1.2.6.5. Fosforo total

El fósforo es un elemento de los primordiales para la vida, este forma parte de la estructura del ADN, ATP, (Wetzel 2001). El fósforo suele existir en aguas naturales y residuales principalmente en dos formas particulada y en forma disuelta. (Arocena & Conde 1999; Wetzel 2001).

La medición de fósforo total determina la cantidad de fósforo que se encuentra en forma orgánica e inorgánica, disuelta y particulada en los diferentes cuerpos de agua. En la mayoría de los sistemas acuáticos el fosforo viene a ser el nutriente limitante de la producción primaria, constituyendo un parámetro importante del estado trófico de los sistemas acuáticos. El incremento del fosforo en el medio acuático se debe a diferentes actividades humanas, entre las que destacan el uso de fertilizantes y también detergentes (Arocena & Conde 1999).

La entrada de materia orgánica procedente de vertidos domésticos, agrícolas e industriales fomenta perturbaciones en ambientes acuáticos. La disminución de oxígeno en los medios acuáticos es debido a la descomposición de la materia orgánica a la vez que origina nutrientes entre uno de ellos el fosforo. Así se desencadena el proceso de eutrofización aumentando el crecimiento de plantas acuáticas, microalgas y cianobacterias que son los principales efectos de este proceso. (Hosper 1998)

El crecimiento de floraciones de cianobacterias que son tóxicas, que influyen en la calidad del agua para poder ser ocupada por el hombre y para que la biodiversidad se pueda conservar. La eutrofización de los cuerpos de agua es un problema que ha crecido a nivel nacional (Scasso & Mazzeo 2000) como mundial. (MVOTMA, 2015). El fosforo total constituye uno de los parámetros más importantes para poder determinar el índice de estado trófico de los cuerpos de agua y así estableciendo el estado en que se encuentra la laguna, pudiendo establecerse medidas para evitar el progreso de la eutrofización.

1.2.7. Clorofila

Las clorofilas son una familia de pigmentos de color verde que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen plastos en sus células, lo que incluye a las plantas y a las diversas algas eucarióticas.

La medición de la clorofila es de gran importancia debido a que este parámetro es un indicador de la calidad del agua, derivado de la concentración de fitoplancton (algas microscópicas). La

determinación de clorofila genera información acerca de la cantidad de biomasa que se encuentra en el cuerpo de agua que se estudia. Se tiene muchos tipos de clorofila como son la clorofila 'a', clorofila 'b' y la clorofila 'c', siendo la más importante y estudiada la clorofila "a". La clorofila es constatada del orden del 1 al 2 % del peso seco de las algas planctónicas.

La clorofila representa una molécula complicada que contiene un átomo de magnesio en su centro, el cual es mantenido por un anillo de porfirinas. La molécula de clorofila está compuesta por una cabeza y una cola. En la cabeza se encuentran cuatro anillos de carbono \ nitrógeno los cuales se enlazan dando origen a un anillo mayor, en la parte central de este anillo existe un átomo de magnesio que contiene un pigmento de color verde con estructuras poli cíclicas plana mientras que la cola está estructurada por una cadena de carbonos que se enlazan a la cabeza.

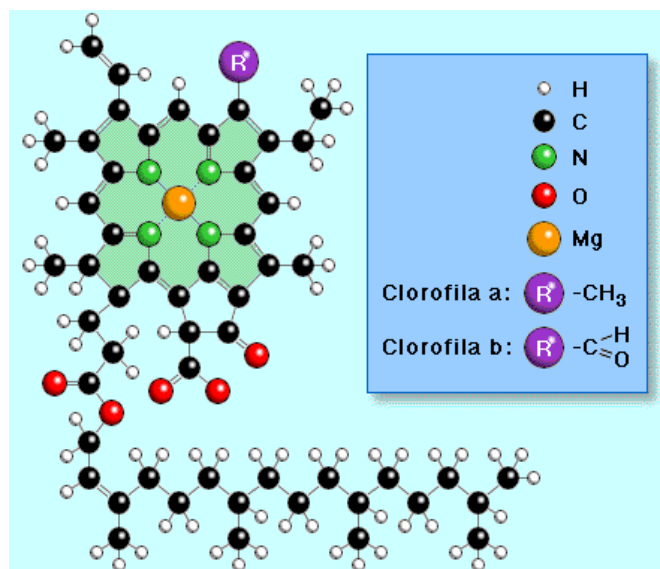


Figura 5-1: Molécula clorofila

Fuente: (Educarex, 2009)

La clorofila puede hallarse de una forma fácil debido al comportamiento frente a la luz es por eso que la medición óptica de clorofila en una determinada muestra de agua nos permite realizar una estimación de la concentración del fitoplancton presente (algas microscópicas) y no directamente, de la actividad biológica; es por eso que la determinación de este parámetro es de vital importancia para la cautela del fenómeno de eutrofización. (Lopez, 2006 pág. 68)

Para hacer su determinación, el momento que el plancton queda concentrado después de haber filtrado, se procede a sustraer los pigmentos con acetona acuosa o metanol y posteriormente se determina las absorbancias de la muestra en un espectrofotómetro a distintas longitudes de onda 664, 647 y 630 nm y se realiza una cuarta lectura para la corrección de la turbidez a 750 nm. Y posteriormente se reemplaza estos valores en las formulas propuestas por Jeffrey & Humphrey (1975).

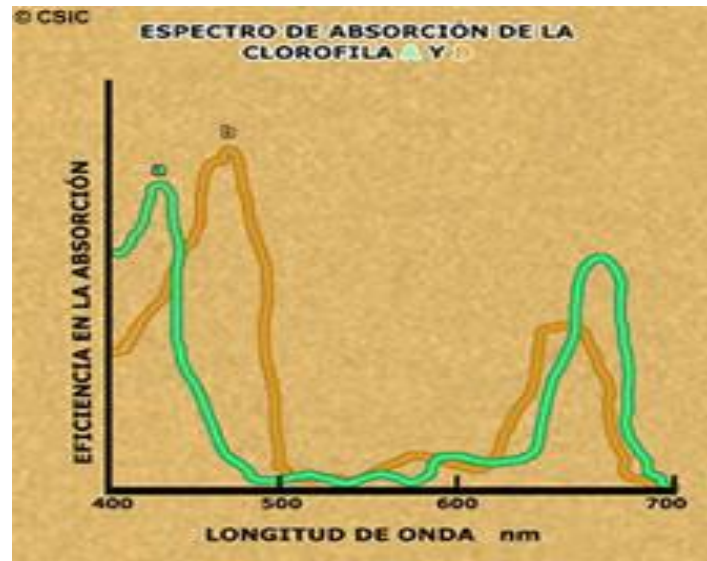


Figura 6-1: Espectro de absorción de la clorofila a y b

Fuente: (Lopez, 2006)

1.2.7.1. Clorofila “a”

El resguardo de las aguas continentales es un objetivo importante de la protección medioambiental. La determinación de la calidad del agua se la debe realizar periódicamente. La concentración de clorofila “a” se utiliza para estimar en forma indirecta la biomasa de las comunidades fitoplanctónicas, debido a que es el principal pigmento fotosintético presente en las algas (Gregor y Marsálek, 2004).

También es un indicador fundamental del estado de un cuerpo acuático ya que con la medición de la concentración de clorofila “a” se puede obtener una aproximación al estado trófico de los sistemas acuáticos según el desarrollo de la biomasa, algas y cianobacterias. (Hettich, 2016)

Es por eso que se lo puede utilizar como indicador del estado trófico en conjunto con otros parámetros asociados (como nutrientes, y transparencia). La clorofila “a” es el pigmento que se encuentra presentes en organismos productores primarios y presenta una relación directa con la productividad primaria y el desarrollo vegetal.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Determinación de los Puntos de Muestreo

Para la selección de los puntos de monitoreo se realizó recorrido por el lugar de estudio para conocerlo más a fondo. Se procedió seleccionar cinco puntos representativos de la laguna Valle Hermoso, los cinco puntos para monitoreo fueron georreferenciados con un GPS con la proyección WGS84.

2.2. Muestreo

En la Laguna Valle Hermoso del cantón Guano el muestreo se lo estableció mediante cinco puntos de monitoreo, durante un periodo de cuatro meses. Se obtuvo muestras para el análisis de los nutrientes (nitritos, nitratos, sulfatos, fosfatos, nitrógeno amoniacal y fosforo total), clorofila y los parámetros físicos (temperatura, pH, conductividad); consiguiendo un total de 20 muestras, para lo cual se tomó en cuenta los protocolos para los diferentes tipos de muestras.

2.2.1. Tipo de Muestreo

Se realizó un muestreo compuesto para el presente estudio debido a que las muestras de agua se tomaron a nivel superficial y a determinada profundidad, dependiendo de la medida de transparencia que presentó (60 y 70 cm) el agua en cada uno de los puntos establecidos de la laguna Valle Hermoso, que representan al cuerpo de agua.

2.2.2. Cantidad de muestra

Se procedió a tomar aproximadamente 2 L de agua para los respectivos análisis de los nutrientes, clorofila y los parámetros físicos que se establecieron.

2.2.3. Frecuencia

Se tomó una muestra mensual en cada punto, durante el período Diciembre 2016- Marzo 2017

2.2.4. Toma, identificación y conservación de la muestra

Durante el muestreo es de vital importancia asegurar la integridad y representatividad de las muestras que se tomaron.

a) Toma de muestra

La muestra se tomó a nivel superficial y a determinada profundidad (60-70cm) para lo cual se utilizó un muestreador de agua con el principio Van Dorn de un litro de capacidad.

El procedimiento que se llevó acabo con el muestreador se describe a continuación:

- Se sumergió el muestreador con el tapón colocado hasta que alcance la profundidad requerida ya que tiene un peso instalado.
- Se jaló el tapón para que el agua ingrese al muestreador una vez alcanzada la profundidad.
- Se extrajo la muestra y se colocó en una botella plástica con cierre hermético

b) Identificación de la Muestra

A cada uno de los frascos que contenían las muestras se les colocó una etiqueta que contenía los siguientes datos:

- Punto y número de muestreo
- Fecha y hora del muestreo
- Tipo de análisis
- Nombre del responsable

c) Conservación y transporte de las muestras

Una vez tomadas las muestras se las colocó en un cooler, el cual estaba acondicionado con hielo para ser transportado a los diferentes laboratorios (GAD – Guano, UNACH, ESPOCH). Las muestras para los diferentes parámetros se las analizó en un lapso de 24 horas después de haber realizado el muestreo.

Fotografía 1-2: Toma de muestras de los 5 puntos de monitoreo



Realizado por: Dennis Pilco

2.3. Medición de parámetros “in situ”

2.3.1. *Temperatura, pH, conductividad*

Se analizó in situ, una vez tomadas las muestras los siguientes parámetros:

- Temperatura (°C)
- pH
- Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Para lo cual se colocó la muestra de agua de cada punto en un recipiente y se utilizó el equipo (HACH sensION1 multiparámetro digital portátil); facilitado por el laboratorio de agua del GAD del Cantón Guano, aplicando una lectura directa con el electrodo sobre las muestras de agua en cada uno de los puntos.

Fotografía 2-1: Determinación de parámetros “in situ”



Realizado por: Dennis Pilco

2.3.2. *Trasparencia*

Para la determinación de la transparencia del agua de la laguna Valle Hermoso, se utilizó el disco secchi el cual tiene un diámetro de 30 cm para lo cual:

- Se sumergió el disco desde el bote hasta que no se pueda observar y se anotó la medida de la profundidad.
- Se volvió a subir el disco hasta que se haga visible nuevamente y se anotó esa profundidad.
- Finalmente se sacó un promedio entre las dos medidas

Fotografía 3-2: Medición de transparencia secchi



Realizado por: Dennis Pilco

2.4. Análisis de muestras

Las diferentes muestras que se tomaron en los distintos puntos de monitoreo se las analizó en los laboratorios de las siguientes instituciones:

- ESPOCH
- GAD. Del cantón Guano
- Servicios Ambientales de la UNACH

2.4.1. Nutrientes

2.4.1.1. Nitritos

Para la determinación de nitritos:

- Se eligió el programa predeterminado en el espectrofotómetro para el análisis de nitritos.
- Una vez elegido se colocó un sobre de reactivo en 10 mL de muestra en la celda del espectrofotómetro
- Se cubrió la celda con parafilm y se agitó
- Se dejó reaccionar durante un lapso de 20 minutos como marca el temporizador.
- Se preparó un blanco de 10 mL en una celda del espectrofotómetro
- Luego se encendió con el blanco el espectrofotómetro
- Se colocó la muestra con el reactivo en el espectrofotómetro
- Finalmente se midió la concentración

2.4.1.2. Nitratos

Para la determinación de nitratos:

- Se programó el espectrofotómetro para el análisis de nitratos
- Luego se procedió a colocar un sobre de reactivo correspondiente en 10 mL de muestra en la celda del espectrofotómetro
- Se cubrió con parafilm la celda y agitar
- Se dejó reaccionar durante un lapso de 5 minutos como marca el temporizador del equipo.
- Se preparó un blanco de 10 mL en una celda del espectrofotómetro
- Posteriormente se encendió con el blanco el espectrofotómetro
- Se colocó la muestra con el reactivo en el espectrofotómetro
- Luego se midió la concentración

2.4.1.3. Nitrógeno amoniacal

Para la determinación de nitrógeno amoniacal:

- Se eligió el programa predeterminado de Nitrógeno Amoniacal en el espectrofotómetro para el análisis.
- Se colocó en un matraz 25 mL de agua destilada que servirá como blanco
- Se colocó en un matraz 25 mL de muestra de agua de la Laguna
- Luego se procedió a colocar 3 gotas de mineral estabilizador, 3 gotas de alcohol y 1 mL de reactivo de Nessler , en el blanco y en la muestra
- Se agitó los matraces y se dejó reaccionar durante 1 minuto
- Luego se puso 10 mL de la muestra de agua con el reactivo en una celda del espectrofotómetro y en otro 10 mL de blanco.
- Se encendió con el blanco el espectrofotómetro
- Se colocó la muestra con el reactivo en el espectrofotómetro
- Se determinó la concentración

2.4.1.4. Sulfatos

Para la determinación de sulfatos:

- Se eligió el programa predeterminado de Sulfatos en el espectrofotómetro para el análisis.
- Se colocó un sobre de reactivo de sulfatos en 10 mL de muestra de agua en la celda del espectrofotómetro
- Se cubrió la celda con parafilm y se agitó
- Se dejó reaccionar por 2 minutos como marca el temporizador del equipo
- Se colocó 10 mL de la muestra de agua de la laguna en una celda del espectrofotómetro que servirá como blanco.
- Se encendió con el blanco el espectrofotómetro
- Se colocó la muestra con el reactivo en el espectrofotómetro
- Finalmente se midió la concentración

2.4.1.5. Fosfatos

Para la determinación de fosfatos:

- Se eligió el programa predeterminado en el espectrofotómetro para el análisis de fosfatos.
- Se colocó un sobre de reactivo de fosfatos en 10 mL de muestra en la celda del espectrofotómetro
- Se cubrió la celda con parafilm y se agitó
- Se presionó el temporizador y se esperó durante un tiempo de 2 minutos para que reaccione el reactivo
- Se colocó 10 mL de la muestra de agua de la laguna en una celda del espectrofotómetro que servirá como blanco.
- Se encendió con el blanco el espectrofotómetro
- Se colocó la muestra con el reactivo en el espectrofotómetro
- Por último se midió la concentración

2.4.1.6. Fósforo total

Para la determinación de fósforo total:

- Se eligió el programa almacenado para el método de fósforo reactivo, ácido ascórbico
- Luego se giró el dial de longitud de onda hasta que la pequeña pantalla muestre 890 nm, cuando se marque la longitud de onda correcta, la pantalla mostrará rápidamente la muestra cero.
- Se insertó un tubo ascendente de 10 ml en el compartimento de la celda
- Se llenó una celda de muestra de 10 ml con 10 ml de muestra blanco
- Se añadió un sobre de reactivo correspondiente (fosforo reactivo) en una muestra de 10mL en la celda del espectrofotómetro, luego se agitó durante 15 segundos.
- Se presionó el temporizador y esperar dos minutos, para que se realice la reacción.
- Se llenó una segunda celda con 10 mL de muestra preparada con anterioridad que servirá como blanco.
- Cuando el temporizador termine el tiempo, la pantalla mostrará mg/L P , y se colocó el blanco en el soporte de la celda y encerrar
- Finalmente se colocó la celda con el reactivo y se midió la concentración.

Tabla 1-2: Métodos utilizados para cada nutriente

Nutriente	Método
Nitratos	Stándar Méthods - 4500 NO3 - E mod
Nitritos	Stándar Méthods - 4500 NO2 - B mod
Nitrógeno Amoniacal	Nessler
Sulfatos	Stándar Méthods - 4500 SO4 - E mod
Fosfatos	Stándar Méthods - 4500 P - E
Fosforo Total	Stándar Méthods - 4500 P - E mod

Realizado por: Dennis Pilco

Fotografía 4-2: Análisis de nutrientes en el laboratorio de aguas del GAD de Guano



Realizado por: Dennis Pilco

2.4.2. Clorofila

La concentración de clorofila del agua de la laguna Valle Hermoso se la determinó espectrofotométrica mediante el Método Tricromático para lo cual:

- Se Filtró 250 mL de agua de cada uno de los puntos utilizando, filtros de fibra de vidrio (Whatman grado GF/F o su equivalente, 0,7 µm de tamaño de poro)
- Una vez filtrada la muestra, se tomó el filtro con mucho cuidado, utilizando pinzas se dobló y se colocó en un tubo de ensayo con tapa/rosca
- Se añadió 5 mL de acetona al 90 % se cerró y se agitó el tubo durante 1 minuto
- Se procedió a cubrir con papel aluminio con la finalidad de que no este contacto con la luz.
- Se guardó el tubo con el extracto en el congelador en un lapso de 24 horas a 4 °C y en oscuridad.
- Luego de cumplirse las 24 horas, con una pipeta se extrajo la acetona del tubo, y se colocó en un tubo limpio el cual se centrifugó por 15 minutos a 3000 RPM.
- Se procedió a extraer del tubo entre 1–5 mL
- Se encendió el espectrofotómetro con agua destilada.
- Se colocó la muestra en la celda del espectrofotómetro
- Se determinó las absorbancias a las longitudes de onda de 664 nm, 647 nm. Y 630 nm y una cuarta de 750 nm que se utiliza como corrección de la turbidez, y se reemplazo en las siguientes formulas propuestas por Jeffrey & Humphrey (1975) para la determinación de la concentración de clorofila:

$$Cl a \text{ (mg /m}^3\text{)} = Ve * \frac{[(11,85 * (A_{664} - A_{750})) - (1,54 * (A_{647} - A_{750})) - (0,08 * ((A_{630} - A_{750})))]}{Vf * L}$$

$$Cl b \text{ (mg /m}^3\text{)} = Ve * \frac{[(21,03 * (A_{647} - A_{750})) - (5,43 * (A_{664} - A_{750})) - (2,66 * ((A_{630} - A_{750})))]}{Vf * L}$$

$$Cl c \text{ (mg /m}^3\text{)} = Ve * \frac{[(24,52 * (A_{630} - A_{750})) - (1,67 * (A_{664} - A_{750})) - (7,67 * ((A_{647} - A_{750})))]}{Vf * L}$$

Donde:

A₆₆₄: Absorbancia a 664 nm

A₆₄₇: Absorbancia a 647 nm

A₆₃₀: Absorbancia a 630 nm

A₇₅₀: Absorbancia a 750 nm

V_f: Volumen de Agua Filtrada (L)

V_e: Volumen de extracto de Acetona (ml)

L: Longitud de celda (cm)

Fotografía 5-2: Determinación de clorofila



Realizado por: Dennis Pilco

2.5. Materiales equipos y reactivos utilizados en el proyecto

Tabla 2-1: Materiales equipos y reactivos utilizados

Materiales	Equipos	Reactivos
Botellas de plástico de 1000 MI	GPS	Acetona al 90%
Botellas de plástico de 500 MI	Multiparametro Hach	Mineral Estabilizador
Probeta de 50 MI	Flexómetro	Alcohol
Vaso de precipitación de 50 MI	Cámara Fotográfica	Reactivo Nessler
Vaso de precipitación de 200 MI	Cooler	Agua Destilada
Pipeta de 5 MI	Espectrofotómetro	Hielo
Pipeta de 10 MI	Bomba de Succión	Solución buffer ph 4
Pera de Succión	Unidad de Filtración	Solución buffer ph 7
Matraces de 50 MI	Computador	Solución buffer ph 10
Pinzas	Bote	
Filtros de Microfibra de Vidrio Wathman GF/F	Muestreador Tipo Van Dorn	
Guantes	Disco Secchi	
Mascarilla		
Parafilm		

Realizado por: Dennis Pilco

2.6. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se usó el programa SPSS Statistics, ya que este programa es un sistema amplio y flexible de análisis estadístico y gestión de información, este programa es

capaz de trabajar con datos que se generan en distintos formatos principalmente datos cuantitativos.

El programa puede generar, desde sencillos gráficos de distribuciones y estadísticos descriptivos hasta puede realizar análisis estadísticos complejos que permite descubrir relaciones de dependencia e interdependencia, establecer clasificaciones de sujetos y variables, predecir comportamientos, correlaciones etc.

Con el presente programa se determinó las correlaciones existentes entre las diferentes variables para lo cual se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson ya que se manejan variables cuantitativas, y así se determinó si las diferentes variables guardan relación entre las mismas o como una se ve afectada por otra variable, para este estudio se utilizó un nivel de significancia de 0,01.

También se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) el cual se utilizó para la reducción de datos, en donde se obtienen los componentes principales que mejor explican la variabilidad de todo el conjunto parámetros analizados, por lo tanto serán los que aporten más información al presente estudio.

2.7. Estado trófico

Para la determinación del Estado Trófico de la laguna se utilizó el Índice de estado Trófico propuesto por Carlson en 1977 que es específico para las zonas templadas, para aplicar este índice se necesita determinar los (TSI o IET) de los siguientes parámetros: transparencia secchi, clorofila “a” y fosforo total.

2.7.1. Índice de estado trófico para transparencia secchi

Se determinó a partir del promedio de los datos generados en el parámetro de transparencia Secchi, una vez que se realizó y registro la observación in situ en la laguna Valle Hermoso, en

cada uno de los puntos en los que se muestreo y posteriormente empleando la siguiente ecuación:

Transparencia del agua disco secchi (Ds) (m):

$$\mathbf{TSI_{Ds}: 60 - 14,41 \text{ Ln (Ds)}}$$

2.7.2. Índice de estado trófico para clorofila “a”

Se determinó a partir del promedio de los datos generados en el parámetro Clorofila “a”, una vez que se realizó los análisis correspondientes en el laboratorio con cada una de las muestras obtenidas de cada punto de monitoreo y posteriormente aplicando la siguiente ecuación:

Clorofila a (Clorf a) (mg/m³):

$$\mathbf{TSI_{Clorf\ a}: 9,81 \text{ Ln (Clorf a)} + 30,6}$$

2.7.3. Índice de estado trófico para fósforo total

Se determinó a partir del promedio de los datos obtenidos en el laboratorio, una vez realizado los análisis correspondientes para cada una de las muestras obtenidas de cada punto de monitoreo, antes hay que realizar la conversión de los resultados que están en mg/L a mg/ m³ para poder aplicar la siguiente ecuación:

Fósforo Total (Pt) (mg/m³):

$$\mathbf{TSI_{Pt}: 14,42 \text{ Ln (Pt)} + 4,15}$$

2.7.4. Índice de estado trófico total

Para poder obtener el valor del índice de estado trófico de la Laguna Valle Hermoso se obtuvo el valor promedio de los índices ya determinados de Transparencia Secchi, Clorofila “a”, y Fosforo Total para cada mes y para todo el periodo de análisis aplicando la siguiente ecuación:

$$\mathbf{TSI_{TOTAL}}: \frac{(\mathbf{TSI_{Ds}} + \mathbf{TSI_{Clorfa}} + \mathbf{TSI_{Pt}})}{3}$$

Una vez obtenidos los resultados, estos fueron comparados con la tabla de clasificación del Índice de Estado Trófico de Carlson que se observa a continuación:

Tabla 3-2: Escala de Valores de Estado Trófico según Carlson 1977

Estado de Eutrofia	TSI	Ds (m):	Pt (mg/m³):	Clorfa (mg/m³):
Oligotrófico (TSI<30)	0	64	0.75	0.04
	10	32	1.5	0.12
	20	16	3	0.34
	30	8	6	0.94
Mesotrófico (30<TSI<60)	40	4	12	2.6
	50	2	24	6.4
	60	1	48	20
Eutrófico (60<TSI<90)	70	0.5	96	56
	80	0.25	192	154
	90	0.12	384	427
Hipertrófico (90<TSI<100)	100	0.06	768	1183

Fuente:(Carlson, 1977)

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Zona de estudio

3.1.1. Descripción general

La Laguna Valle Hermoso se encuentra ubicada en la parroquia el Rosario del cantón Guano, en la carretera principal en el sentido Guano – Riobamba, desde Guano está a 2 Km y de Riobamba a 3 Km, se encuentra a 200 m de la vía descendiendo por una vía de tercer orden y es uno de los principales atractivos turísticos del cantón Guano.

Tiene un tamaño aproximado de 200 metros de ancho por 300 metros de largo su profundidad aún no se conoce, el clima que presenta el sector es frío seco nublado. La temperatura oscila entre los 16 y 18 grados centígrados. (Villacis, 2006)



Figura 1-3: Laguna Valle Hermoso

Fuente: (GAD Guano, 2011)

El paisaje que se puede apreciar es esplendoroso, al fondo el altar y alrededor se puede observar un bosque de pinos que rodea la laguna, en conjunto con una variedad de vegetación propia del lugar.

En los filos de la laguna se puede apreciar gran cantidad de algas y totora; se encuentran pequeños anfibios, los que sirven de alimentos a las especies de patos, patillos y otras aves que habitan en la laguna.

La Laguna Valle Hermoso es usada para la recreación, es visitada por turistas nacionales y extranjeros, la belleza es apreciable durante el recorrido, su paisaje natural permite realizar varias actividades, alado de la laguna hay un lugar turístico llamado La Casa de Fernando que oferta servicios de alimentación y recreación, fundamentalmente paseo en botes.

3.1.2. Ubicación geográfica

La Laguna Valle Hermoso está ubicada en el Ecuador, provincia de Chimborazo , cantón Guano en la Zona 17 de América del Sur delimitada por las coordenadas UTM _WGS84, (763257; 9820946) a una altura de 2741 m.

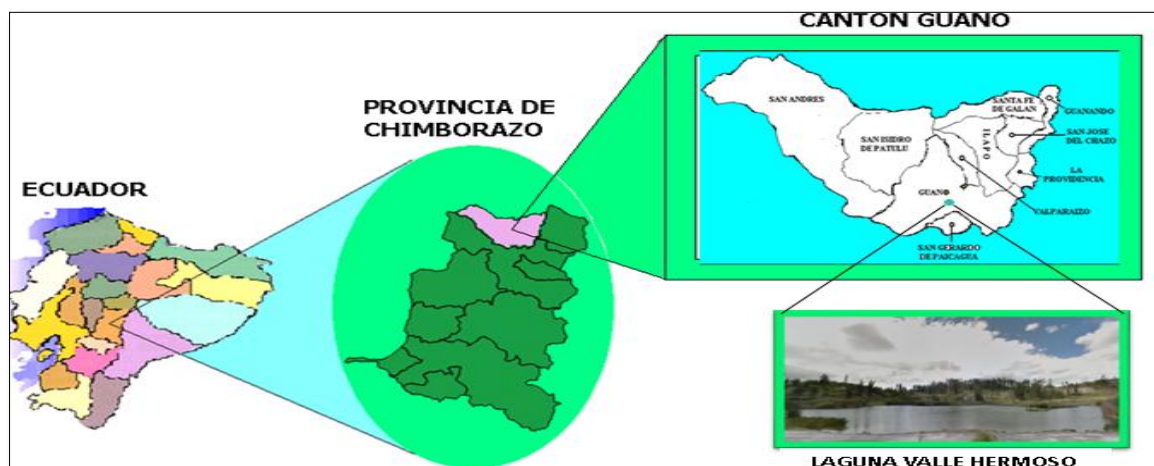


Figura 2-3: Ubicación laguna Valle Hermoso

Fuente: (GAD Guano, 2011)

3.2. Puntos de monitoreo

La ubicación de cada uno de los puntos en los que se va a muestrear se describe a continuación:



Figura 3-1: Imagen de ubicación de los puntos de monitoreo

Fuente: (Adaptación Google earth, 2016)

Tabla 1-3: Ubicación de los puntos de monitoreo en la laguna Valle Hermoso del cantón Guano

PUNTOS	COORDENADAS Proyección UTM_WGS84		ALTITUD (m.s.n.m.)
	X	Y	
Punto 1	763332	9820947	2739
Punto 2	763255	9820964	2737
Punto 3	763280	9820905	2740
Punto 4	763203	9820922	2738
Punto 5	763163	9820985	2738

Realizado por: Dennis Pilco

3.3. Análisis, interpretación y discusión de resultados

3.3.1. Parámetros In Situ

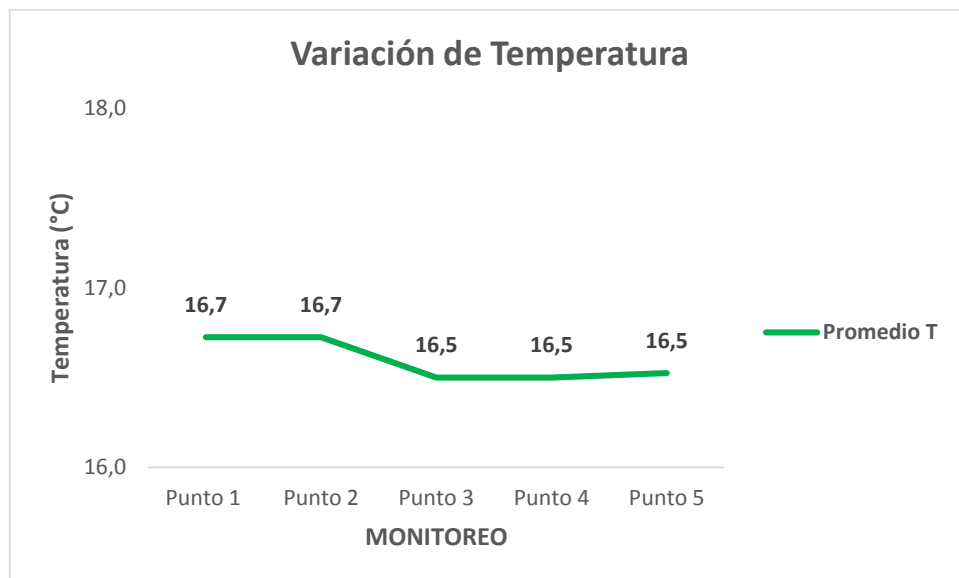
Los siguientes resultados fueron obtenidos directamente en el lugar de muestreo.

Tabla 2-3: Resultados de temperatura (°C)

Resultados de Temperatura (°C)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio T
Punto 1	16,8	17,3	15,8	17	16,7
Punto 2	16,5	16,8	16,4	17,2	16,7
Punto 3	15,9	16,5	16,7	16,9	16,5
Punto 4	16,2	16,7	16,9	16,2	16,5
Punto 5	16,1	16,9	16,4	16,7	16,5

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 1-3: Variación de temperatura (°C)



Realizado por: Dennis Pilco

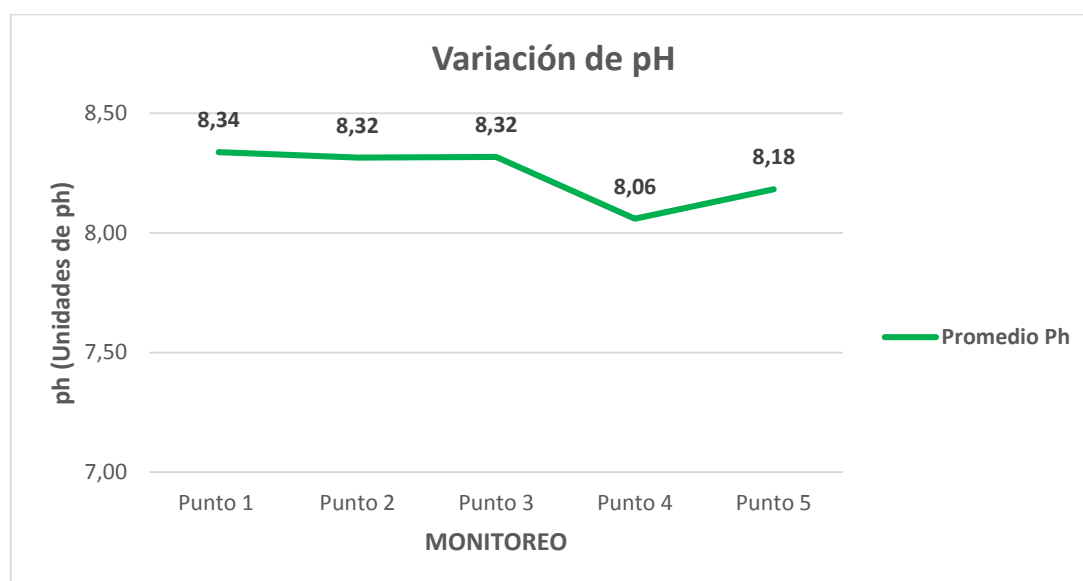
El gráfico 1-3 muestra la variación de temperatura que existe entre cada punto, a lo largo del periodo de estudio, expresada en °C; observándose que la temperatura en los 5 puntos de monitoreo no tiende a variar de manera notable, es decir tiende a ser constante en cada uno de los puntos debido a que el lugar de estudio se encuentra a una altura determinada.

Tabla 3-1: Resultados de pH

Resultados de pH					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio pH
Punto 1	8,34	8,43	8,12	8,46	8,34
Punto 2	8,31	8,35	8,22	8,38	8,32
Punto 3	8,27	8,33	8,13	8,54	8,32
Punto 4	8,15	8,19	7,98	7,92	8,06
Punto 5	8,23	8,14	7,95	8,41	8,18

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 2-3: Variación de pH



Realizado por: Dennis Pilco

En el gráfico 2-3 se representa la variación de pH en el periodo de estudio, en el cual se evidencia un comportamiento alcalino en los 5 puntos de monitoreo, siendo los valores obtenidos muy parejos, siendo estos valores de pH altos para un cuerpo de agua, puede deberse

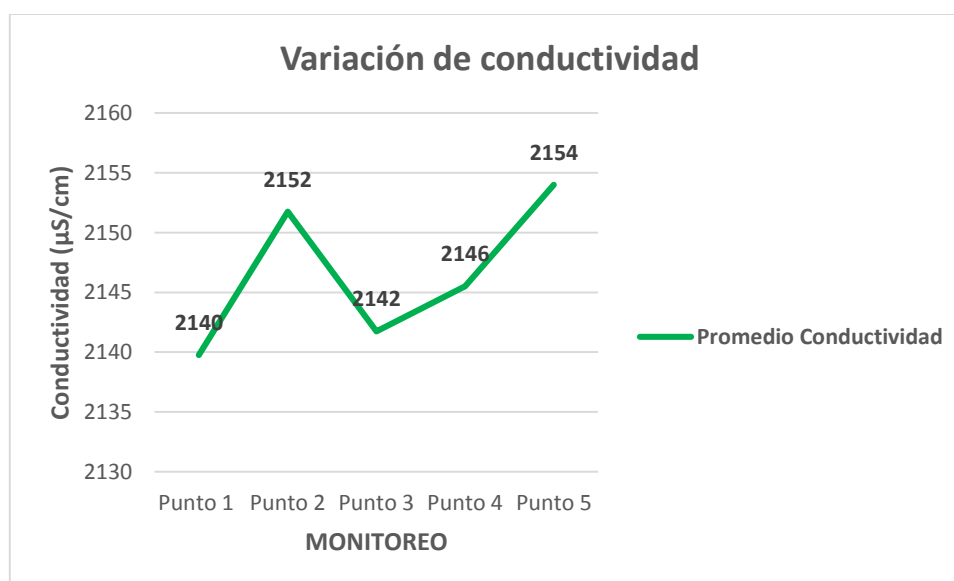
a que llegan a la laguna descargas de aguas provenientes de la agricultura y la ganadería, y porque en el lugar son arrojados muchos desperdicios por personas que viven alrededor.

Tabla 4-3: Resultados de Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Resultados de Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Conductividad
Punto 1	2145	2150	2125	2139	2140
Punto 2	2151	2144	2153	2159	2152
Punto 3	2141	2139	2133	2154	2142
Punto 4	2144	2142	2138	2158	2146
Punto 5	2154	2158	2155	2149	2154

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 3-3: Variación de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



Realizado por: Dennis Pilco

En el gráfico 3-3 se observa la variación de la conductividad en los cinco puntos de monitoreo de la laguna Valle Hermoso del cantón Guano en el cual se evidencia que no existe mucha variación debido a que los datos son parejos entre los puntos de monitoreo, estos valores de

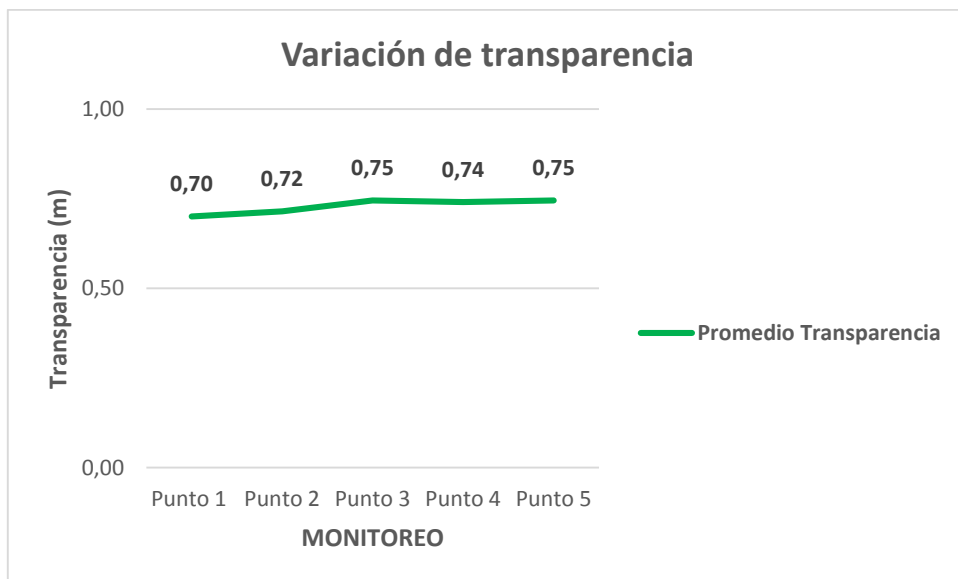
conductividad son altos lo cual nos indica que tiene gran cantidad de iones disueltos en sus aguas.

Tabla 5-3: Resultados de Transparencia (m)

Resultados de Transparencia (m)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Transparencia
Punto 1	0,68	0,7	0,69	0,73	0,70
Punto 2	0,67	0,71	0,74	0,74	0,72
Punto 3	0,71	0,74	0,77	0,76	0,75
Punto 4	0,74	0,77	0,75	0,7	0,74
Punto 5	0,72	0,78	0,75	0,73	0,75

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 4-3: Variación de trasparencia (m)



Realizado por: Dennis Pilco

En el gráfico 4-3 se observa la variación de la trasparencia en los cinco puntos de monitoreo, en el cual se aprecia valores muy parejos, estos valores demuestran que la trasparencia del agua es muy baja, y puede deberse a la suspensión de material particulado por acción del viento, corriente, o por aportes externos.

3.3.2. Nutrientes

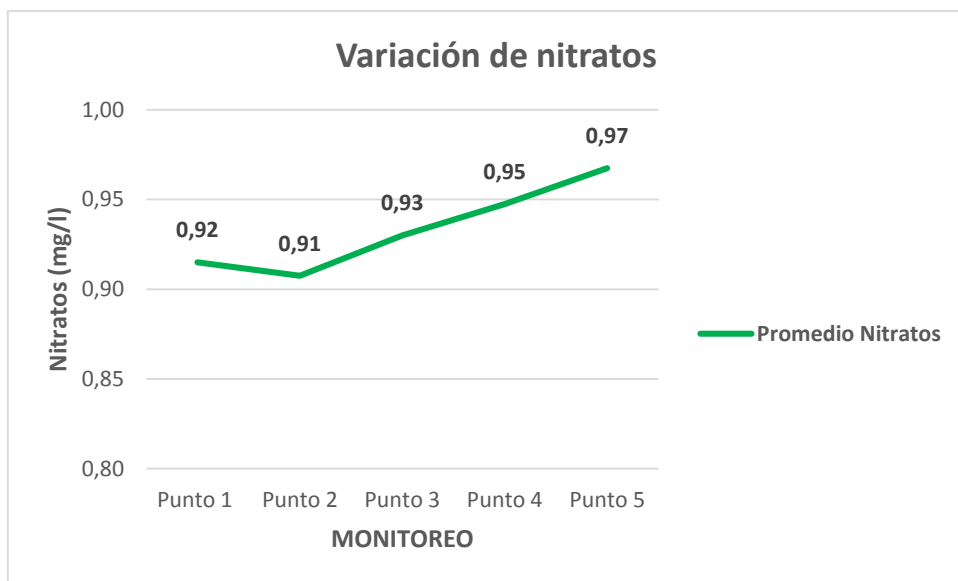
Los nutrientes presentes en el agua de la Laguna Valle Hermoso del cantón Guano como nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, sulfatos y fosfatos fueron realizados en el laboratorio de análisis de Agua del GAD del cantón Guano y el fósforo total fue analizado en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH.

Tabla 6-3: Resultados de nitratos (mg/L)

Resultados de Nitratos (mg/L)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Nitratos
Punto 1	0,91	1,00	0,83	0,92	0,92
Punto 2	0,85	0,98	0,89	0,91	0,91
Punto 3	0,86	0,95	0,88	1,03	0,93
Punto 4	0,96	1,00	0,90	0,93	0,95
Punto 5	0,98	0,92	1,01	0,96	0,97

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 5-3: Variación nitratos (mg/l)



Realizado por: Dennis Pilco

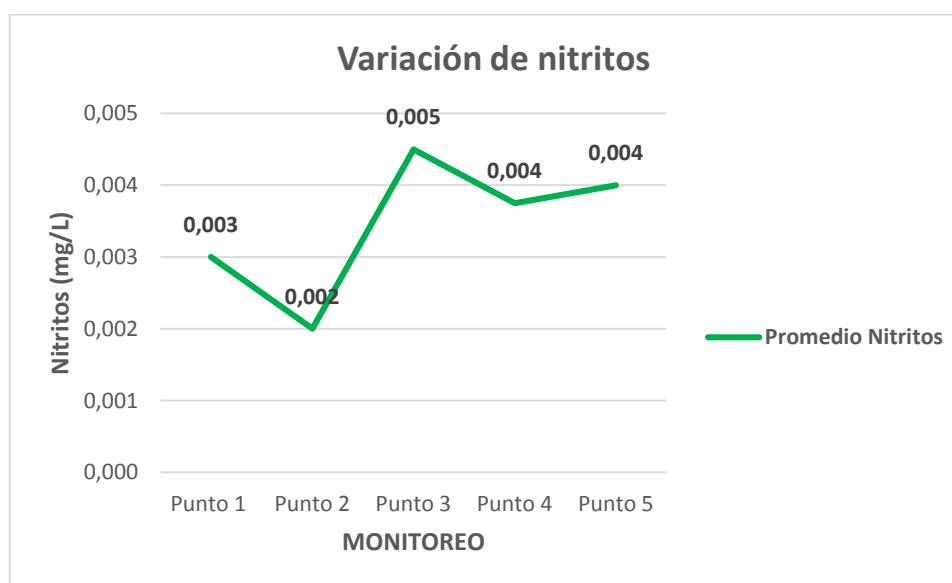
El gráfico 5-3 muestra la variación de Nitratos expresados en mg/L, en cada uno de los cinco puntos de monitoreo, para el presente periodo de estudio. Se evidencia que la concentración tiende a subir desde el punto 1 hasta el punto 5, aunque sus valores no tiendan a variar demasiado, y no son muy altos por lo que son seguros para los organismos que habitan en el agua.

Tabla 7-3: Resultados de nitritos (mg/L)

Resultados de Nitritos (mg/L)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Nitritos
Punto 1	0,003	0,003	0,002	0,004	0,003
Punto 2	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002
Punto 3	0,005	0,004	0,006	0,003	0,005
Punto 4	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004
Punto 5	0,003	0,005	0,003	0,005	0,004

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 6-3: Variación de nitritos (mg/l)



Realizado por: Dennis Pilco

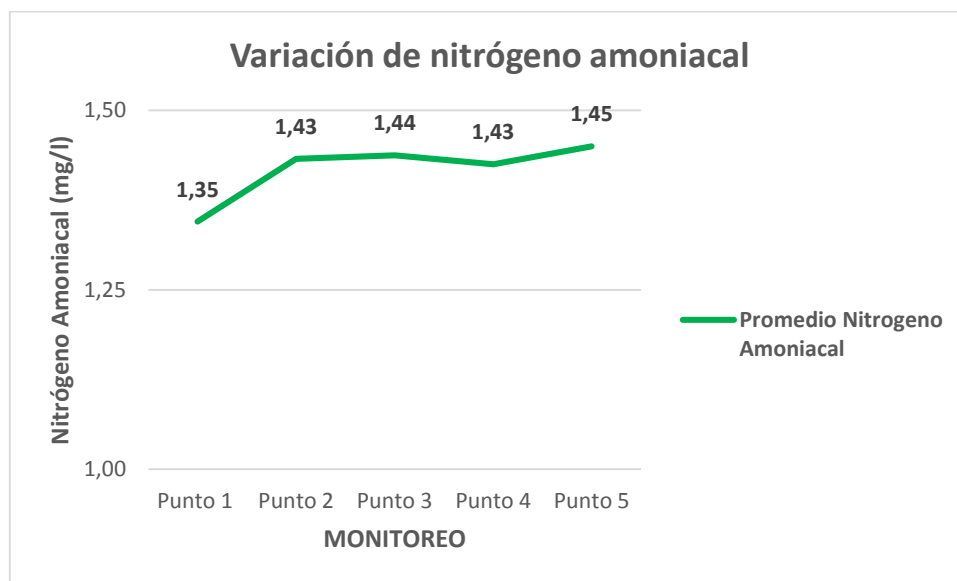
El gráfico 6-3 presenta la variación de nitritos en unidades de mg/L, en cada uno de los cinco puntos de monitoreo, para el presente periodo de estudio en el cual se observa que las concentraciones de nitritos en cada uno de los puntos son similares y su concentración es baja siendo seguro para el desarrollo de los organismos acuáticos ya que valores superiores a 0,75 mg/L suelen provocar estrés y mayores a 5 mg/L suelen ser tóxicos para los mismos. (Lenntech, 2004)

Tabla 8-3: Resultados de nitrógeno amoniacal (mg/L)

Resultados de Nitrógeno Amoniacal (mg/L)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Nitrógeno Amoniacal
Punto 1	1,32	1,31	1,32	1,43	1,35
Punto 2	1,39	1,5	1,43	1,41	1,43
Punto 3	1,4	1,47	1,37	1,51	1,44
Punto 4	1,42	1,52	1,36	1,4	1,43
Punto 5	1,38	1,45	1,49	1,48	1,45

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 7-3: Variación de nitrógeno amoniacal (mg/L)



Realizado por: Dennis Pilco

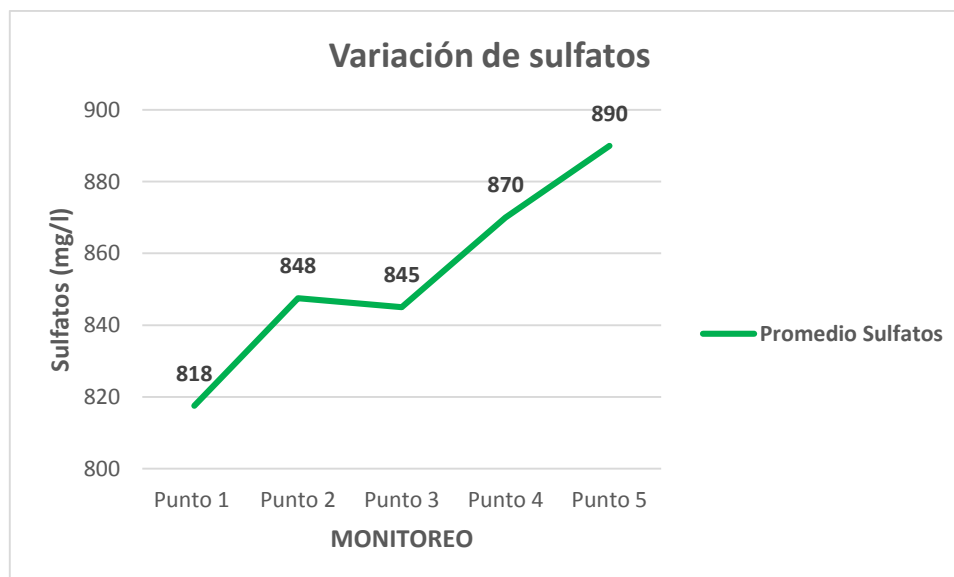
En el gráfico 7-3 se observa la variación de nitrógeno amoniacal en los cinco puntos de monitoreo de la laguna, en el cual se aprecia valores muy parejos, presentando un valor menor en el punto 1 esto puede deberse a que este punto se encuentra cercano a la casa turística de la laguna donde el agua tiende a chocar por ende a oxigenarse, lo cual hace que el nitrógeno amoniacal disminuya.

Tabla 9-3: Resultados de sulfatos (mg/L)

Resultados de Sulfatos (mg/L)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Sulfatos
Punto 1	850	790	790	840	818
Punto 2	810	890	860	830	848
Punto 3	790	860	810	920	845
Punto 4	890	950	810	830	870
Punto 5	910	880	890	880	890

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 8-3: Variación de sulfatos (mg/L)



Realizado por: Dennis Pilco

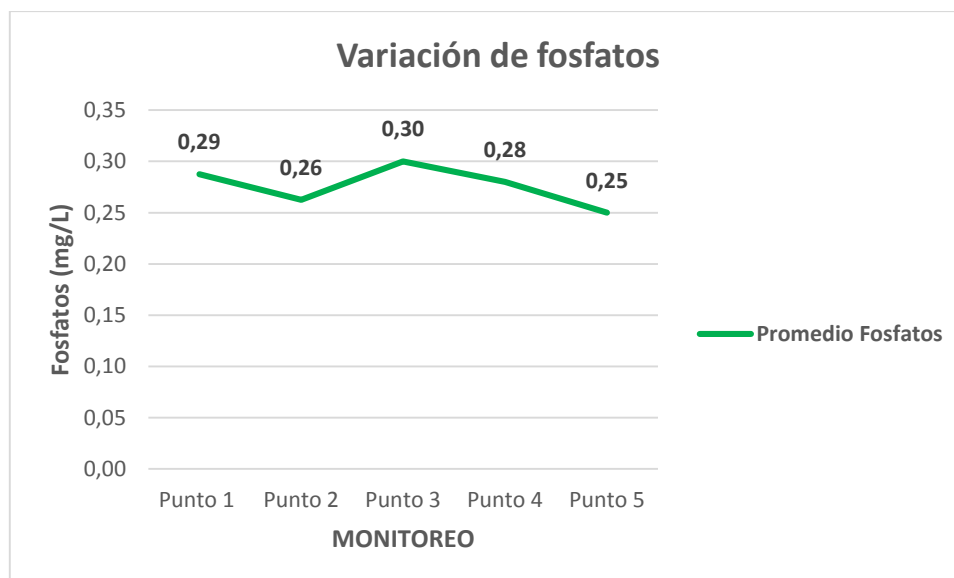
En el gráfico 8-3 se presenta la variación de los sulfatos en los cinco puntos de monitoreo en el presente periodo de estudio en el cual se aprecia que los valores tienden a incrementarse presentando valores altos en los puntos 4 y 5, estos valores nos demuestran que la concentración en todos los puntos de monitoreo es alta esto posiblemente a la estructura del terreno, procesos de erosión del suelo o arrastre de materiales al cuerpo de agua por medio de la lluvia.

Tabla 10-3: Resultados de fosfatos (mg/L)

Resultados de Fosfatos (mg/L)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Fosfatos
Punto 1	0,14	0,41	0,22	0,38	0,29
Punto 2	0,16	0,38	0,24	0,27	0,26
Punto 3	0,18	0,39	0,32	0,31	0,30
Punto 4	0,17	0,37	0,19	0,39	0,28
Punto 5	0,15	0,32	0,25	0,28	0,25

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 9-3: Variación de fosfatos (mg/L)



Realizado por: Dennis Pilco

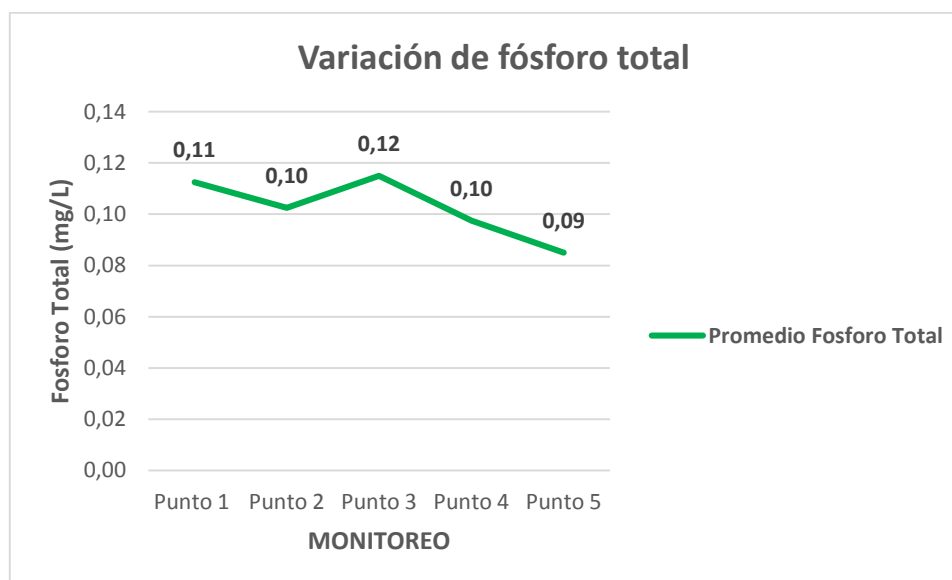
En el gráfico 9-3 se presenta la variación de la concentración de Fosfatos en los cinco puntos de monitoreo de la laguna Valle Hermoso del cantón Guano en el periodo Diciembre 2016-Marzo 2017 en el cual se aprecia valores similares, posiblemente siendo estos valores consecuencia de diversos factores como el uso de fertilizantes que son arrastrados de terrenos adyacentes por la escorrentía y de excretas de animales que habitan en la laguna generalmente patos salvajes.

Tabla 11-3: Resultados de fósforo total (mg/L)

Resultados de Fósforo Total (mg/L)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Fósforo Total
Punto 1	0,05	0,18	0,08	0,14	0,11
Punto 2	0,05	0,17	0,09	0,1	0,10
Punto 3	0,06	0,16	0,12	0,12	0,12
Punto 4	0,05	0,14	0,06	0,14	0,10
Punto 5	0,05	0,11	0,08	0,1	0,09

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 10-3: Variación de fósforo total (mg/L)



Realizado por: Dennis Pilco

En el gráfico 10-3 se observa la variación de la concentración de fósforo total en los cinco puntos de monitoreo en el presente periodo de estudio evidenciándose valores similares en los 5 puntos, siendo estos valores posiblemente consecuencia de los mismos procesos que ocasiona los fosfatos.

En cada uno de los parámetros analizados in situ, al igual que los nutrientes analizados se evidencia que no existe mucha variación entre cada uno de los puntos, lo cual nos puede indicar que todo el cuerpo de agua se encuentra en un estado similar.

3.3.3. *Clorofila*

A continuación se presentan los cálculos aplicados para la obtención de la concentración de clorofila aplicando el procedimiento correspondiente utilizando como ejemplo el “Punto 1 - Monitoreo 1”, correspondiente al mes de Diciembre del 2016. Es importante resaltar que estos cálculos se los realizó para los cuatro meses de monitoreo, y a cada punto en el estudio de la laguna Valle Hermoso del cantón Guano.

Los valores de concentración de clorofila se calcularon de la siguiente manera para el “Punto 1 – Monitoreo 1”

Clorofila “a”

$$Cl\ a = Ve * \frac{[(11,85 * (A_{664} - A_{750})) - (1,54 * (A_{647} - A_{750})) - (0,08 * ((A_{630} - A_{750})))]}{Vf * L}$$

$$= 5\text{mL} * \frac{[(11,85 * (0,315628 - 0,073211)) - (1,54 * (0,193021 - 0,073211)) - (0,08 * ((0,141899 - 0,073211)))]}{0,25\text{L} * 1\text{cm}}$$

$$Cl\ a = 53,65\ \text{mg} / \text{m}^3$$

Clorofila “b”

$$Cl\ b\ (\text{mg} / \text{m}^3) = Ve * \frac{[(21,03 * (A_{647} - A_{750})) - (5,43 * (A_{664} - A_{750})) - (2,66 * ((A_{630} - A_{750})))]}{Vf * L}$$

$$=5\text{mL} * \frac{[(21,03 * (0,193021 - 0,073211)) - (5,43 * (0,315628 - 0,073211)) - (2,66 * ((0,141899 - 0,073211)))]}{0,25\text{L} * 1\text{cm}}$$

$$\text{Cl b} = 20,41 \text{ mg /m}^3$$

Clorofila “c”

$$\text{Cl c} = \text{Ve} * \frac{[(24,52 * (A_{630} - A_{750})) - (1,67 * (A_{664} - A_{750})) - (7,67 * ((A_{647} - A_{750})))]}{\text{Vf} * \text{L}}$$

$$=5\text{mL} * \frac{[(24,52 * (0,141899 - 0,073211)) - (1,67 * (0,315628 - 0,073211)) - (7,67 * ((0,193021 - 0,073211)))]}{0,25\text{L} * 1\text{cm}}$$

$$\text{Cl c} = 7,38 \text{ mg /m}^3$$

Los siguientes son los resultados obtenidos de las absorbancias y de las concentraciones de Clorofila a, b y c para cada uno de los puntos de monitoreo durante el periodo Diciembre 2016- Marzo 2107.

Tabla 12-3: Absorbancias Diciembre

Absorbancias Diciembre				
MONITOREO/LONGITUD DE ONDA	664 nm	647 nm	630 nm	750 nm
Punto 1	0,315628	0,193021	0,141899	0,073211
Punto 2	0,304789	0,195634	0,134539	0,070345
Punto 3	0,296784	0,19331	0,138893	0,068789
Punto 4	0,327893	0,201867	0,147896	0,071893
Punto 5	0,334567	0,203484	0,14895	0,071872

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 13-3: Absorbancias Enero

Absorbancias Enero				
MONITOREO/LONGITUD DE ONDA	664 nm	647 nm	630 nm	750 nm
Punto 1	0,286789	0,178967	0,137298	0,068345
Punto 2	0,326456	0,201998	0,145678	0,072435
Punto 3	0,328459	0,213245	0,156456	0,080378
Punto 4	0,34289	0,210212	0,140102	0,068021
Punto 5	0,344457	0,220578	0,161889	0,089453

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 14-3: Absorbancias Febrero

Absorbancias Febrero				
MONITOREO/LONGITUD DE ONDA	664 nm	647 nm	630 nm	750 nm
Punto 1	0,293222	0,189834	0,134828	0,070999
Punto 2	0,329944	0,216016	0,151307	0,080935
Punto 3	0,30078	0,189486	0,136919	0,065775
Punto 4	0,317689	0,201103	0,143567	0,082045
Punto 5	0,352121	0,221981	0,165111	0,089001

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 15-3: Absorbancias Marzo

Absorbancias Marzo				
MONITOREO/LONGITUD DE ONDA	664 nm	647 nm	630 nm	750 nm
Punto 1	0,311999	0,191112	0,140101	0,069111
Punto 2	0,30899	0,19831	0,139231	0,068031
Punto 3	0,345645	0,209789	0,146999	0,071767
Punto 4	0,323421	0,213421	0,152123	0,080213
Punto 5	0,323467	0,196789	0,146788	0,071011

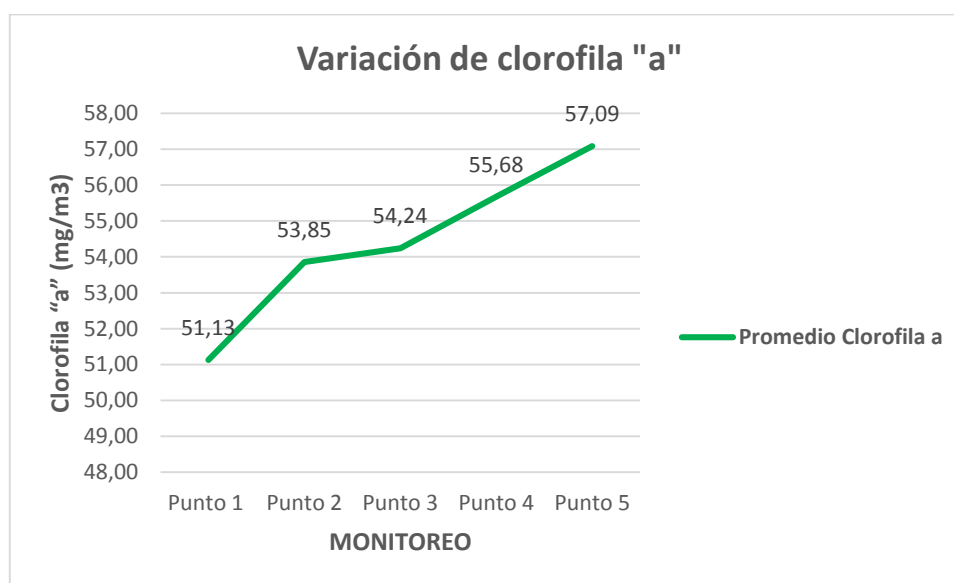
Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 16-3: Resultados de clorofila “a” (mg/m3)

Resultados de Clorofila “a” (mg/m3)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Clorofila a
Punto 1	53,65	48,25	48,90	53,69	51,13
Punto 2	51,60	56,10	54,74	52,98	53,85
Punto 3	50,09	54,58	51,77	60,54	54,24
Punto 4	56,55	60,65	52,08	53,42	55,68
Punto 5	58,08	56,28	58,14	55,84	57,09

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 11-3: Variación de clorofila “a” (mg/m3)



Realizado por: Dennis Pilco

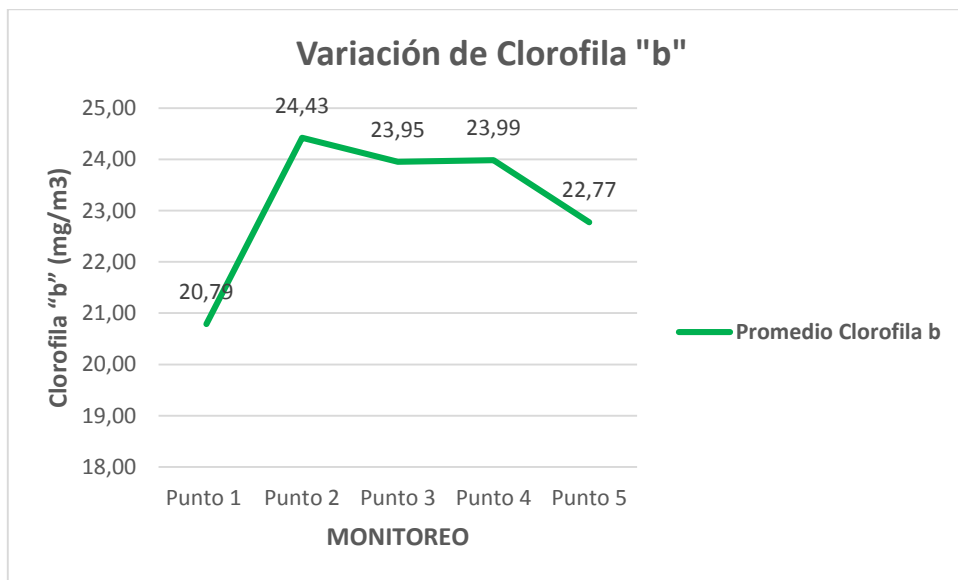
En el gráfico 11-3 se presenta la variación de la concentración de Clorofila “a” en los cinco puntos de monitoreo en el cual se aprecia valores que tienden a incrementarse en cada punto, evidenciándose los valores más altos en los puntos 4 y 5, esto posiblemente debido a que dichos puntos se encuentran más cerca de los lugares donde existen grandes cantidades de totora.

Tabla 17-3: Resultados de clorofila “b” (mg/m3)

Resultados de Clorofila “b” (mg/m3)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Clorofila b
Punto 1	20,41	19,14	22,45	21,16	20,79
Punto 2	23,82	23,01	26,03	24,84	24,43
Punto 3	23,88	24,89	22,73	24,31	23,95
Punto 4	22,82	26,12	21,21	25,79	23,99
Punto 5	22,73	23,60	23,31	21,45	22,77

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 12-3: Variación de clorofila “b” (mg/m3)



Realizado por: Dennis Pilco

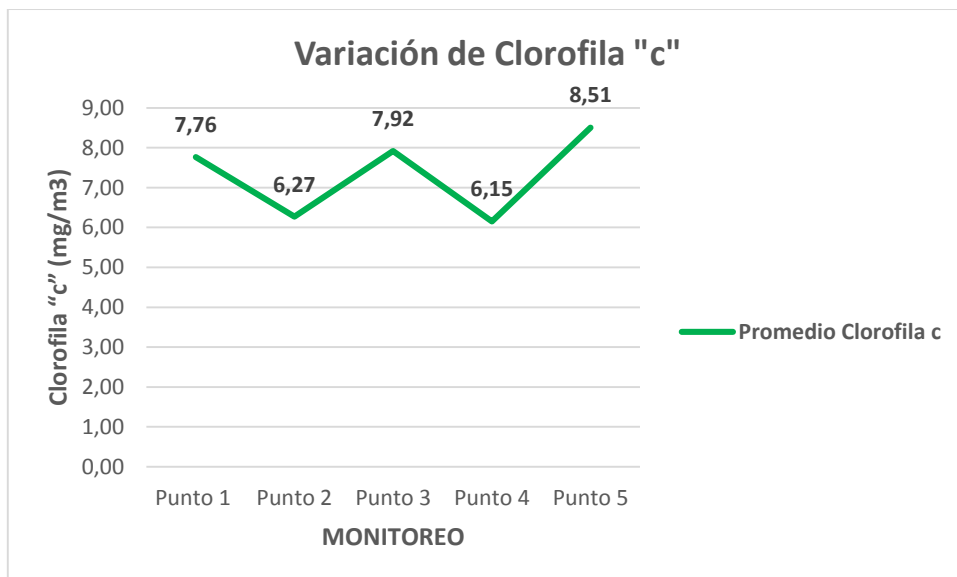
En el gráfico 12-3 se observa la variación de la concentración de Clorofila “b” en los cinco puntos de monitoreo en el cual el punto 1 presenta un valor menor al de los otros puntos de seguro porque el agua de este punto tiende a ser encaminada a terrenos aledaños por la casa que se encuentra en la Laguna.

Tabla 18-3: Resultados de clorofila “c” (mg/m3)

Resultados de Clorofila “c” (mg/m3)					
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio Clorofila c
Punto 1	7,38	9,70	5,82	8,16	7,76
Punto 2	4,61	7,74	5,66	7,07	6,27
Punto 3	7,84	8,83	8,24	6,77	7,92
Punto 4	8,97	4,55	4,20	6,89	6,15
Punto 5	9,02	7,07	8,32	9,61	8,51

Realizado por: Dennis Pilco

Gráfico 13-3: Variación de clorofila “c” (mg/m3)



Realizado por: Dennis Pilco

En el gráfico 13-3 se evidencia la variación de la concentración de Clorofila “c” en los cinco puntos de monitoreo en el cual se aprecia valores muy parejos, presentando el punto 5 el valor más alto.

3.3.4. Correlaciones

Tabla 19-3: Matriz de correlaciones entre los diferentes parámetros analizados

		Matriz Correlaciones ^c												
		Temperatura	ph	Conductividad	Transparencia	Nitratos	Nitritos	NitrogenoA	Fosfatos	Sulfatos	FosforoTotal	Clorofila "a"	Clorofila "b"	Clorofila "c"
Temperatura	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	1												
ph	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,464 ,039	1											
Conductividad	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,264 ,260	,058 ,810	1										
Transparencia	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,278 ,236	-,152 ,522	,088 ,713	1									
Nitratos	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,347 ,134	,207 ,382	,413 ,070	,358 ,121	1								
Nitritos	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,025 ,915	-,140 ,557	-,219 ,353	,371 ,108	,006 ,979	1							
Nitrogeno A	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,100 ,676	,140 ,557	,284 ,226	,551 ,012	,558 ,011	,072 ,764	1						
Fosfatos	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,450 ,047	,177 ,454	,036 ,880	,293 ,210	,408 ,074	,198 ,403	,380 ,098	1					
Sulfatos	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,062 ,796	,096 ,688	,343 ,139	,491 ,028	,727** ,000	-,069 ,771	,760** ,000	,117 ,624	1				
FosforoTotal	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,474 ,035	,281 ,231	-,002 ,992	,197 ,404	,421 ,065	,117 ,622	,323 ,164	,978** ,000	,090 ,707	1			
Clorofila "a"	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,056 ,814	,036 ,879	,390 ,089	,549 ,012	,699** ,001	-,030 ,898	,794** ,000	,085 ,723	,977** ,000	,033 ,891	1		
Clorofila "b"	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,319 ,170	-,234 ,320	,287 ,219	,309 ,185	-,017 ,943	-,224 ,342	,542 ,014	,138 ,562	,350 ,130	,070 ,768	,411 ,072	1	
Clorofila "c"	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,044 ,854	,298 ,203	,106 ,658	-,008 ,974	,391 ,088	,414 ,070	,006 ,980	,203 ,390	,059 ,806	,236 ,317	,000 ,999	-,401 ,080	1

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

c. N por listas=20

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 20-3: Correlaciones significativas

	Correlaciones Significativas
	Nitratos - Clorofila 'a'
	Nitrógeno Amoniacal - Clorofila 'a'
	Sulfatos - Clorofila 'a'
	Fosforo Total - Fosfatos
	Sulfatos - Nitrógeno Amoniacal
	Sulfatos – Nitratos

Realizado por: Dennis Pilco

3.3.4.1. *Correlación nitratos - clorofila “a”*

Tabla 21-3: Relación nitratos – clorofila “a”

Correlación		Valores
Nitratos - Clorofila 'a'	Correlación de Pearson	,727**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	20

Realizado por: Dennis Pilco

El coeficiente de correlación de Pearson entre los Nitratos y la Clorofila “a” es de 0,727 que representa un valor alto el cual nos indica que existe una estrecha relación entre estos dos parámetros, el cual al ser positivo nos dice que la relación entre las variables es directa es decir si la concentración de Nitratos incrementa la concentración de clorofila “a” también.

Esta relación probablemente se da debido a que el nitrógeno es un nutriente esencial para el desarrollo de fitoplancton en los cuerpos de agua el cual está directamente relacionado con la concentración de clorofila “a” debido a que la clorofila “a” es una estimación de la biomasa presente en el fitoplancton en un cuerpo de agua (algas, cianobacterias). (Zohary y Robarts, 1998).

Smayda (1983) y Lomas y Glibert, (1999), establecieron que las formas preferenciales del fitoplancton están en el siguiente orden: amonio, urea, nitrato, nitrito y otros compuestos orgánicos diferentes a la urea.

Esta relación se evidenció en los estudios de Guildford y Hechy (2000), Smith, 2006 observó una fuerte correlación entre el fitoplancton (Clorofila “a”) y la media de NT (nitrógeno total) en el cual los nitratos son una de las principales formas en las que se manifiesta el nitrógeno en sistemas acuáticos.

3.3.4.2. *Correlación nitrógeno amoniacal – clorofila “a”*

Tabla 22-3: Relación nitrógeno amoniacal – clorofila “a”

Correlación		Valores
Nitrógeno Amoniacal - Clorofila "a"	Correlación de Pearson	,794**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	20

Realizado por: Dennis Pilco

El coeficiente de correlación de Pearson entre Nitrógeno Amoniacal y la Clorofila “a” es de 0,794 el cual es un valor alto que nos revela que existe una estrecha relación entre estos dos parámetros, el cual al ser positivo nos dice que la relación entre las variables es directa es decir si la concentración de Nitrógeno Amoniacal aumenta la concentración de clorofila “a” también se incrementara.

Smayda (1983) y Lomas y Glibert (1999), encontraron que el amonio es una de las formas preferidas del fitoplancton porque no necesitan reducirse previamente, en tanto que las formas oxidadas (nitrato y nitrito) tienen que reducirse previamente mediante la acción de las enzimas nitrato reductasa (reduce el nitrato a nitrito). Siendo el nitrógeno amoniacal una fracción del compuesto amonio está claro que exista una correlación significativa entre estos parámetros y

siendo el nitrógeno un nutriente primordial para la producción de fitoplancton lo cual ocasiona que se genera más cantidad de clorofila “a”.

3.3.4.3. *Correlación sulfatos - clorofila “a”*

Tabla 23-3: Relación sulfatos – clorofila “a”

Correlación		Valores
Sulfatos - Clorofila "a"	Correlación de Pearson	,977**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	20

Realizado por: Dennis Pilco

El coeficiente de correlación de Pearson entre sulfatos y la clorofila “a” es de 0,977 que representa un valor muy alto que nos revela que existe una fuerte relación entre estos dos parámetros, el cual al ser positivo indica que la relación entre las variables es directa es decir si la concentración de sulfatos aumenta la concentración de clorofila “a” también se incrementara.

Esta relación se establece debido a que los sulfatos suelen ser un nutriente importante para las algas presentes en los cuerpos de agua debido a que las algas presentan clorofila “a” y esta aumenta proporcionalmente, tal y como (Mora Navarro, et al., 2004 pp. 91-103) determinaron en su estudio realizado en la laguna de Chapala, Jalisco, Michoacán en el cual se determinó una correlación significativa entre estos parámetros ya que altas concentraciones de sulfato incrementaron el crecimiento y la reproducción de fitoplancton.

3.3.4.4. *Correlación fósforo total - fosfatos*

Tabla 24-3: Relación fósforo total - fosfatos

Correlación		Valores
Fósforo Total – Fosfatos	Correlación de Pearson	,978**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	20

Realizado por: Dennis Pilco

El coeficiente de correlación de Pearson entre fosforo Total y los Fosfatos es de 0,978 que representa un valor muy alto que nos revela que existe una relación muy fuerte entre estas dos variables, el cual al ser positivo nos dice que la relación entre estos parámetros es directa es decir si la concentración de fósforo total aumenta la concentración de Fosfatos también se incrementara, y viceversa.

Esta relación puede deberse a que el fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales como fosfatos. Los fosfatos se clasifican a su vez en ortofosfatos, fosfatos condensados, y fosfatos orgánicamente ligados. El cual para la determinación de fósforo total tiene que ser convertido a todas las formas de fosforo presentes como fosforo reactivo, hidrolizable y orgánico, así estos parámetros tienden a relacionarse ya que el fosforo presente en el fosfato es una fracción del fósforo total.

3.3.4.5. *Correlación sulfatos – nitrógeno amoniacal*

Tabla 25-3: Relación sulfatos – nitrógeno amoniacal

Correlación		Valores
Sulfatos - Nitrógeno Amoniacal	Correlación de Pearson	,760**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	20

Realizado por: Dennis Pilco

El coeficiente de correlación de Pearson entre sulfatos y nitrógeno amoniacal es de 0,760 el cual es un valor alto que nos revela que existe una estrecha relación entre estas dos variables, el cual al ser positivo nos dice que la relación entre estos parámetros es directa es decir si la concentración de sulfatos aumenta la concentración de nitrógeno amoniacal también tenderá a crecer y viceversa.

Esta relación posiblemente se da debido a que el nitrógeno y el azufre tienden a ser nutrientes principales para el desarrollo de fitoplancton en los cuerpos acuáticos, ya que en diferentes estudios en lagunas estos nutrientes tienden a incrementar la producción de microalgas.

3.3.4.6. *Correlación sulfatos – nitratos*

Tabla 26-3: Relación sulfatos – nitratos

Correlación		Valores
Sulfatos – Nitratos	Correlación de Pearson	,727**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	20

Realizado por: Dennis Pilco

El coeficiente de correlación de Pearson entre sulfatos y nitratos es de 0,727 que es un valor alto que nos indica que existe una relación fuerte entre estas dos variables, el cual al ser positivo nos dice que la relación entre estos parámetros es directa es decir si la concentración de sulfatos aumenta la concentración de fosfatos también tendera a crecer y viceversa.

La relación de estos parámetros posiblemente está dada por ser nutrientes indispensables para que se desarrollen muchos organismos vivos en los medios acuáticos entre estos el fitoplancton y pueden relacionarse significativamente tal y como (Rodríguez, 1999) encontró en su estudio en hidrosistemas situados en La Castilla-La Mancha entre los nitratos y los sulfatos.

3.3.5. *Análisis de componentes principales*

Comunalidades

Las comunalidades son valores que oscilan entre 0 y 1. Cuando se aproxima a 1 indica que la variable queda totalmente explicada por los factores comunes; mientras que si se aproxima a 0, los factores no explicarán nada la variabilidad. Antes de realizar la rotación, las comunalidades siempre son 1, porque todas las variables son explicadas por las variables que hemos seleccionado. Pero una vez que las variables se agrupan en los diferentes componentes, las comunalidades disminuyen pues las variables sólo son explicadas por aquellas que pertenecen al mismo grupo o componente.

Tabla 27-3: Comunalidades

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Nitrógeno Amoniacal	1,000	,844
Fosfatos	1,000	,988
Sulfatos	1,000	,945
Fosforo Total	1,000	,983
Clorofila "a"	1,000	,975

Realizado por: Dennis Pilco

La tabla 27-3 contiene las comunalidades resultantes, observándose que los valores de extracción tienden aproximarse a 1, siendo estas variables las mejor explicadas por el ACP, por lo tanto las más importantes en el estudio del agua de la laguna, ya que estas tienden a interactuar más, a diferencia de las otras variables analizadas.

Varianza total explicada

La varianza total explicada nos informa del número total de grupos (componentes) extraídos, así como de la varianza explicada por cada componente en la solución factorial, tanto antes como después de la rotación. Los autovalores expresan la cantidad de varianza total que esta explicada por cada componente; y por los porcentajes de varianza explicada asociada a cada componente se obtienen dividiendo su correspondiente autovalor por la suma de los autovalores (lo cual coincide con el número de variables).

Por lo tanto se extraen tantos componentes significativos que serán aquellos cuya varianza explicada sea mayor que 1. Puesto que se está trabajando con las 5 variables más importantes es posible obtener hasta 5 componentes independientes, tal como muestra la columna de porcentajes acumulados (% acumulado), con los cinco componentes se consigue explicar el 100 % de la varianza total, pero con ello no se consigue agrupar las variables.

Tabla 28-3: Varianza total explicada

Componente	Auto valores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,883	57,669	57,669	2,883	57,669	57,669	2,680	53,591	53,591
2	1,851	37,026	94,696	1,851	37,026	94,696	2,055	41,104	94,696
3	,227	4,546	99,242						
4	,029	,579	99,821						
5	,009	,179	100,000						

Realizado por: Dennis Pilco

En la tabla 28-3 se aprecia dos componentes principales los cuales en conjunto expresan una variabilidad acumulada del 94,696 % de todo el conjunto de datos, evidenciándose que el componente 1 explica el 53,591 % de todo el estudio y el componente 2 explica el 41,104 % siendo estos componentes los que más información aportan al estudio del agua de la laguna Valle Hermoso del cantón Guano.

Matriz de componentes

La matriz de componentes nos indica, a partir de un determinado valor, qué variables se adscriben a qué componente. Si una variable posee un valor superior a 0,5 en varios componentes, pertenecerá al componente con un valor más alto. Si sólo posee valor en un componente, pertenecerá a ese componente.

Tabla 29-3: Matriz de componentes rotado

	Componente	
	1	2
Clorofila "a"	,987	
Sulfatos	,972	
Nitrógeno Amoniacal	,864	,311
Fósforo Total		,990
Fosfatos	,103	,989

Realizado por: Dennis Pilco

Como se observa la tabla 29-3 describe los dos componentes principales obtenidos de las variables iniciales, en el componente 1 se encuentran las siguientes variables: clorofila "a", sulfatos y nitrógeno amoniacal estos parámetros tienden a tener correlaciones significativas entre los mismos, en el componente 2 se encuentran las siguientes variables: fosfatos y fósforo total los cuales también tienden a relacionarse significativamente.

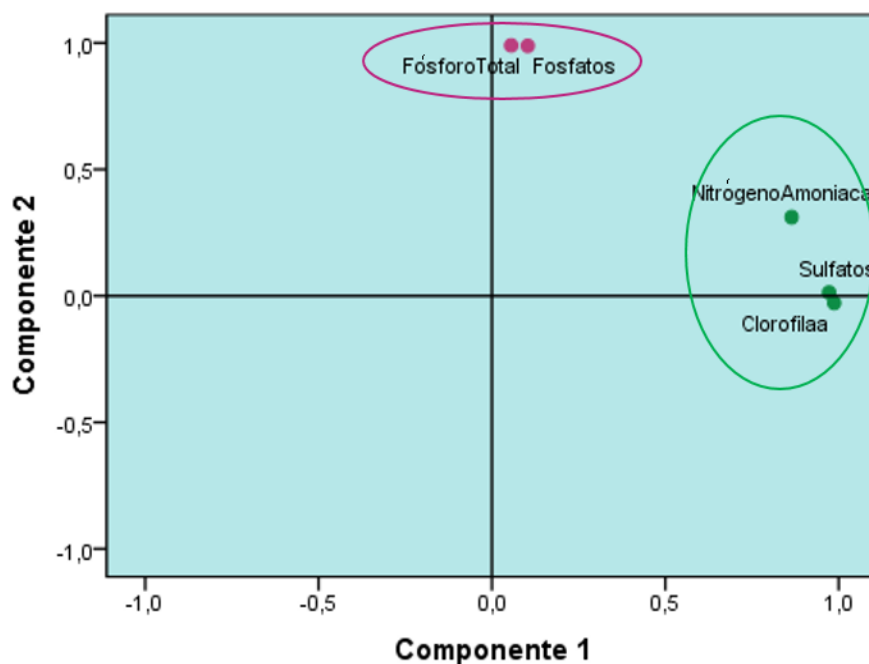


Figura 4-3: Componentes principales en espacio rotado

Realizado por: Dennis Pilco

3.3.6. Índice de estado trófico

A continuación se presentan los cálculos aplicados para obtener el Índice de Estado Trófico de la Laguna según el procedimiento correspondiente, para lo cual se utilizó como ejemplo el “Punto 1 - Monitoreo 1”, correspondiente al mes de Diciembre del 2016. Es importante resaltar que estos cálculos se realizaron para los cuatro meses de monitoreo y para cada uno de los puntos de monitoreo de la Laguna Valle Hermoso del Cantón Guano.

Los valores de TSI se calcularon de la siguiente manera para el “Punto 1 – Monitoreo 1”

TSI Disco Secchi

$$TSI_{DS}: 60 - 14,41 \ln(Ds)$$

$$TSI_{DS}: 60 - 14,41 \ln(0,68 \text{ m})$$

$$TSI_{DS}: 65,56$$

TSI Fosforo Total

$$\text{TSI}_{\text{Pt}}: 14, 42 \text{ Ln (Pt)} + 4, 15$$

$$\text{TSI}_{\text{Pt}}: 14, 42 \text{ Ln (50 mg/m}^3) + 4, 15$$

$$\text{TSI}_{\text{Pt}}: 60, 56$$

TSI Clorofila "a" (mg/m³)

$$\text{TSI}_{\text{Clorf a}}: 9, 81 \text{ Ln (Clorf a)} + 30, 6$$

$$\text{TSI}_{\text{Clorf a}}: 9, 81 \text{ Ln (53, 65 mg/m}^3) + 30, 6$$

$$\text{TSI}_{\text{Clorf a}}: 69, 67$$

TSI PromedioTotal

$$\text{TSI}_{\text{Prom}}: \frac{(\text{TSI}_{\text{Ds}} + \text{TSI}_{\text{Clorf a}} + \text{TSI}_{\text{Pt}})}{3}$$

$$\text{TSI}_{\text{Prom}}: (65, 56 + 69, 67 + 60, 56) / 3$$

$$\text{TSI}_{\text{Prom}}: 65, 26 \text{ Estado Eutr\u00f3fico}$$

El valor promedio de TSI se compara con la escala establecida por Carlson para determinar el estado tr\u00f3fico de la Laguna.

Tabla 30-3: Escala de Estado Tr\u00f3fico de Carlson

Estado	TSI
Oligotr\u00f3fico	(TSI<30)
Mesotr\u00f3fico	(30<TSI<60)
Eutr\u00f3fico	(60<TSI<90)
Hipertr\u00f3fico	(90<TSI<100)

Fuente: (Moreno, et al., 2010)

En las siguientes tablas se muestran los resultados de TSI de la Transparencia Secchi, TSI del Fósforo Total, TSI de la Clorofila “a”, TSI Promedio, y el TSI Global de todo el periodo de estudio determinándose así el estado trófico de la Laguna Valle Hermoso del Cantón Guano.

Tabla 31-3: Valores de TSI de transparencia secchi

TSI Transparencia Secchi				
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Punto 1	65,56	65,14	65,35	64,53
Punto 2	65,77	64,94	64,34	64,34
Punto 3	64,94	64,34	63,77	63,95
Punto 4	64,34	63,77	64,15	65,14
Punto 5	64,73	63,58	64,15	64,53

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 32-3: Valores de TSI de fósforo total

TSI Fósforo Total				
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Punto 1	60,56	79,03	67,34	75,41
Punto 2	60,56	78,21	69,04	70,56
Punto 3	63,19	77,33	73,19	73,19
Punto 4	60,56	75,41	63,19	75,41
Punto 5	60,56	71,93	67,34	70,56

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 33-3: Valores de TSI de clorofila “a”

TSI Clorofila “a”				
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Punto 1	69,67	68,63	68,76	69,68
Punto 2	69,29	70,11	69,87	69,55

Punto 3	68,99	69,84	69,32	70,85
Punto 4	70,18	70,87	69,38	69,63
Punto 5	70,45	70,14	70,46	70,06

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 34-3: Valores de TSI promedio

TSI Promedio				
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Punto 1	65,26	70,93	67,15	69,87
Punto 2	65,21	71,08	67,75	68,15
Punto 3	65,71	70,50	68,76	69,33
Punto 4	65,03	70,02	65,57	70,06
Punto 5	65,25	68,55	67,31	68,38

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 35-3: Comparación Valores de TSI promedios con la escala de Carlson

Comparación TSI Promedio con la escala de Carlson				
MONITOREO/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Punto 1	Eutrófico	Hipertrófico	Eutrófico	Eutrófico
Punto 2	Eutrófico	Hipertrófico	Eutrófico	Eutrófico
Punto 3	Eutrófico	Hipertrófico	Eutrófico	Eutrófico
Punto 4	Eutrófico	Hipertrófico	Eutrófico	Hipertrófico
Punto 5	Eutrófico	Eutrófico	Eutrófico	Eutrófico

Realizado por: Dennis Pilco

Tabla 36-3: Estado trófico global de la Laguna

TSI Promedio Global	67,99
Comparación Escala de Carlson	EUTRÓFICO

Realizado por: Dennis Pilco

Una vez obtenido los resultados de los TSI promedio de cada punto, en cada mes se obtiene los TSI que al compararse con las escala propuesta de Carlson, nos indican que la laguna presenta estados Eutróficos e Hipertróficos y al obtenerse el TSI promedio global nos da un valor de 67,99 el cual indica que la laguna se encuentra en estado EUTRÓFICO. (Carlson, 1977)

CONCLUSIONES

- Se evaluó que los nutrientes que influyen de forma directa sobre la concentración de clorofila “a” son los nitratos, nitrógeno amoniacal y sulfatos los cuales presentaron una correlación significativa con la concentración de clorofila “a”, debido a que estos nutrientes son de mucha importancia para el desarrollo de fitoplancton cuya forma de estimar su biomasa es la determinación de la clorofila “a”, tendiendo a relacionarse de forma directa es decir a medida que aumenta la concentración de estos nutrientes también tiende a sufrir un incremento la concentración de clorofila “a” los otros nutrientes como son los nitritos, fosfatos y fósforo total, no tendieron a relacionarse por lo tanto no influyen en la concentración de clorofila “a”.
- Se identificó cuáles son las correlaciones existentes entre los nutrientes del agua de la Laguna Valle Hermoso entre las que destacan las correlaciones de Nitrógeno Amoniacal-Sulfatos, Nitratos – Sulfatos y Fosfatos – Fósforo Total estas relaciones obtuvieron un valor de coeficiente de Pearson positivos mayores a 0,7 con una significancia de 0,01, lo cual indica que presentan un alto grado de relación entre ellos.
- Se determinó cuáles son los principales parámetros en el estudio del agua de la laguna Valle Hermoso del Cantón Guano de todos los analizados, mediante un análisis de componentes principales el cual busco reducir el conjunto de variables a las más importantes para el presente estudio, de los cuales se logró distinguir dos componentes principales que explican el 94 % de la variabilidad del conjunto de datos y se puede apreciar que el primer componente integrado por la clorofila “a”, nitrógeno amoniacal y sulfatos, explica el 53 % de la variabilidad y el segundo componente integrado por los fosfatos y el fósforo total explican el 41 % de la variabilidad del conjunto de datos con el que se trabajó, siendo los parámetros de estos componentes los que aportan con mayor información sobre el estudio del agua de la laguna ya que son los que más interactúan, siendo prioritarios en posteriores estudios, los otros parámetros analizados no tienden a aportar de manera importante información al estudio del agua del recurso hídrico.
- Se determinó el Índice de Estado Trófico que presenta la laguna Valle Hermoso del cantón Guano mediante el uso del Índice de Estado trófico propuesto por Carlson en 1977 el cual utiliza las medidas de transparencia secchi, clorofila “a” y fósforo total, con el cual se analizó en qué estado de eutrofización se encuentra cada uno de los puntos de monitoreo al igual que el estado de eutrofización de toda la laguna, teniéndose así que los puntos de monitoreo presentaron estados Eutróficos e Hipertróficos durante cada mes siendo el estado eutrófico

el que predomina en los diferentes puntos y al obtener el índice de Estado Trófico Global arrojo que todo el cuerpo de agua presenta un estado EUTRÓFICO, constituyendo una preocupación para la conservación de este recurso hídrico.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda efectuar monitoreos permanentes en la laguna Valle Hermoso del cantón Guano, o realizar análisis en una época del año diferente a la del presente estudio para obtener resultados más claros sobre el sistema acuático en cuanto a su calidad y comportamiento.
- Se recomienda para posteriores estudios en la laguna Valle Hermoso tomar en cuenta cuales son los principales parámetros que aportan con más información al estudio del agua de este cuerpo hídrico.
- Haciendo énfasis en que el mejor residuo es el que no se produce, se debe crear conciencia sobre la sociedad, la prevención de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales y de cualquier tipo de residuo sólido urbano que lo que hacen es contribuir a la contaminación apresurada de la Laguna Valle Hermoso, la cual ya presenta un estado eutrófico.
- Es fundamental que las autoridades encargadas del cuidado de este cuerpo hídrico se encuentren informadas sobre el estado eutrófico en que se encuentra la laguna y el impacto ambiental que se genera día tras día en la misma.
- Es importante que las autoridades con la información generada en el presente estudio sobre el estado de la laguna Valle Hermoso tomen medidas de mitigación en conjunto con los habitantes del sector y con todas las personas que de forma directa e indirecta se relacionen con la laguna para ayudar a la conservación del recurso hídrico.
- En relación a la determinación de los diferentes parámetros se debe revisar la técnica a emplearse para cada parámetro así como también la calibración de los diferentes equipos.

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, Lucio. *Revision de la evaluacion de la calidad de los cuerpos de agua de Imbabura* [En linea] (Tesis de Pregrado). Ingenieria en Gestion Ambiental. Area Biologica. Universidad Tecnica Paricular de Loja (2004). Loja- Ecuador.pp.18-45. [Consulta: 2016-12-13] Disponible en:

http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/8370/1/Almeida_Betancourt_Lucio_Antonio.pdf

BALALI, S ; et al. Relaciones entre los nutrientes y concentración de clorofila a en la Internacional Alma Gol humedal, Irán. *Aqua* 2013, pp. 68-75

CARLSON, Robert. E. A trophic state index for lakes. *Limnology Research Center* Minesota- Estados Unidos Pacific 1977, pp. 361-369.

CONTRERAS, Francisco; et al. La Clorofila "a " como base para un Índice Trófico En Lagunas Costeras Mexicanas. [En línea] *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnologia*. Universidad Autonoma Metropolitana 1994,[Consulta: 2016-12-21] ISSN : 3423-2561.Disponible en :

<http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1994-1-2/articulo438.html>

COLMENAR, Eloísa. Un Termómetro para las aguas (Limnologia fenómenos físicos y biológicos) Pisuerga-España. *Cedex* 2002, pp. 47-52

ECUADOR. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Indicadores Ambientales*, 2015.

https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/concentracion-de-fosforo-total/.

2017-01-12

ECO, Conciencia.. Que es Limnologia. [En línea] Revista Digital sobre cultura Ecologica 2016,pp. 22 [Consulta: 2017-01-17] Disponible en:

<http://www.concienciaeco.com/2016/03/04/que-es-la-limnologia/>

ECOQUA, Diagnostico y soluciones a las problemáticas posibles, de sistemas acuáticos naturales, 2012

<http://ecoqua.com.ar/>

2017- 12- 11

ECOLOGIA VERDE. Eutrofizacion. 2008.

<http://www.ecologiaverde.com/eutrofizacion/>.

2017-01-18

EDUCAREX. Proyecto Biosfera.Ministerio de Educacion y Ciencia España, 2009.

http://contenidos.educarex.es/cnice/biosfera/alumno/2bachillerato/Fisiologia_celular/contenidos8.htm.

2017-02-12

ESPINOSA, Leticia; et al. Temperatura, Salinidad, Nutrientes y Clorofila a en aguas Costeras de la Ensenada Del Sur De California [En línea] Revista Limnetica Ciencias Marinas Volumen 27, no 3 (2001) Baja California – México, pp. 327- 492 [Consulta: 2017-01-11] ISSN 0185- 3880. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/480/48027305.pdf>

GADEA, Isabel. *Variación espacial del fitoplancton en la zona costera de Gandía y su relación con la entrada de nutrientes* [En línea] (Tesis Doctoral). Departamento de

Ingeniería Hidráulica y Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia (2009). Valencia-España. pp. 56-59. [Consulta: 2017-01-11]. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14442/Trabajo%20final%20de%20master.pdf?sequence=1>

GOIB. Conselleria Salud. Salud Ambienta, 2005.

<http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M1011100850266368098&lang=es&cont=26202>.

2017-02-15

GONZALES, Ernesto; et al. Fitoplancton de cinco embalses de Venezuela con diferentes estados tróficos. [En línea] Revista Limnetica Volumen 22, no 2 (2003) Caracas - Venezuela pp. 15-35 [Consulta: 2017-01-13] ISSN 0213- 8409. Disponible en:

http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne22/L22a015_Fitoplancton_embalses_venezuela.pdf

GOYENOLA, Guillermo. Guia para la Utilizacion de Valijas viajeras(Muestreo). Mexico D.F.-Mexico Vals 2007, pp.35

JEPREY, S, HUMPREY, G. Determinación Espectrofotométrica de Clorofila a, b y c en agua. Sidney-Australia, Biochem 1975, pp. 191-194.

MARGALEFT, Ramon. Limnología de cuerpos de Agua . Barcelona-Espana Omega 1991, pp 103-109

MEDINA, Ernesto. Introduccion a la Ecofisiologia Vegetal (Programa de desarrollo científico y tecnológico Departamento de asuntos científicos secretaria general de Estados Americanos). Caracas- Vnezuela . Eva V Chesneau 1977, pp 61-85.

MORENO, Daniela; et al. Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia de cuerpos de agua. México D.F.- México. TDF 2010, pp. 25-33.

NAVARRO, María del Refugio; et al. Ordenación de comunidades de fitoplancton en el lago de Chapala, Jalisco-Michoacán, México [En línea] Revista Hidrobiológica Volumen 14, no 2 (2004) Jalisco- Michoacan , Mexico pp. 91-103 [Consulta: 2016-12-13] ISSN 3456-5673. Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v14n2/v14n2a2.pdf>

RYDING, S y RAST, W. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Madrid – España. Ediciones Pirámide 1992, pp. 205-211

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES (SAG). Mediciones de Campo. 2017

<http://www.sagperu.com/transparencia.html>.

2017-02-17

SOSA, Ramón, et.al. Nutrientes inorgánicos y producción del fitoplancton en una laguna costera subtropical de México [En línea] Revista de Biología Marina y Oceanografía Volumen 48, no 1 (2013) Tijuana , Mexico pp. 143-154 [Consulta: 2016-12-14] ISSN 4077-5071. Disponible en:

<http://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v48n1/art12.pdf>

ANEXOS

Anexo A: Fotos de la laguna Valle Hermoso



Foto N° 1. Vista panorámica de la laguna



Foto N° 2. Proliferación de la totora



Foto N° 3. Ganado alimentándose alrededor de la laguna



Foto N° 4. Totoras desarrollada

Anexo B: Ficha de campo

Estudio Influencia de los Nutrientes en la Concentración de Clorofila en la Laguna Valle Hermoso			
Datos de Campo			
Lugar y Fecha:			
Responsable:			
Observaciones Generales:			
Punto 1			
Temperatura (°C)		Conductividad (μ S/cm)	
Ph		Transparencia Secchi (m)	
Hora			
Punto 2			
Temperatura (°C)		Conductividad (μ S/cm)	
Ph		Transparencia Secchi (m)	
Hora			
Punto 3			
Temperatura (°C)		Conductividad (μ S/cm)	
Ph		Transparencia Secchi (m)	
Hora			
Punto 4			
Temperatura (°C)		Conductividad (μ S/cm)	
Ph		Transparencia Secchi (m)	
Hora			
Punto 5			
Temperatura (°C)		Conductividad (μ S/cm)	
Ph		Transparencia Secchi (m)	
Hora			

Anexo C: Resultados obtenidos en el laboratorio de aguas del GAD del cantón Guano



GAD MUNICIPAL DEL CANTON GUANO
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
DIR: AV. 20 DE DICIEMBRE Y LEON HIDALGO TELF:2900 133

Guano 31 de marzo del 2017

A quien corresponda:

Por medio de la presente certifico que el Sr. Dennis Javier Pilco Carrasco, con cedula de identidad n° 060413191-2 y de nacionalidad Ecuatoriana, realizo los análisis del Agua de la Laguna Valle Hermoso del Cantón Guano para el desarrollo de su tesis en el laboratorio de aguas del GAD de Guano, determinándose los siguientes parámetros: Conductividad, Temperatura, ph, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Sulfatos y Fosfatos de 5 puntos de monitoreo, una vez al mes durante el periodo Diciembre 2016-Marzo 2017.

La totalidad de las pruebas y análisis mencionados fueron realizados bajo mi supervisión en el laboratorio, razón por la cual se expide el presente certificado y se anexa los resultados obtenidos en dicho periodo de análisis.

Atentamente

Dra. Ximena Lata

LABORATORISTA GADM-CG





Anexo

Resultados Obtenidos por el Tesista

MONITOREO 1						
Fecha: 14/12/2016			Lugar: Laguna Valle Hermoso			
Parámetro	Unidades	Valores de Análisis				
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
ph	Ph	8,34	8,31	8,27	8,15	8,23
Temperatura	°C	16,8	16,5	15,9	16,2	16,1
Conductividad	µS/cm	2145	2151	2141	2144	2154
Nitratos	mg/l	0,91	0,85	0,86	0,96	0,98
Nitritos	mg/l	0,003	0,002	0,005	0,004	0,003
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1,32	1,39	1,4	1,42	1,38
Sulfatos	mg/l	850	810	790	890	910
Fosfatos	mg/l	0,14	0,16	0,18	0,17	0,15

MONITOREO 2						
Fecha: 18/01/2017			Lugar: Laguna Valle Hermoso			
Parámetro	Unidades	Valores de Análisis				
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
ph	Ph	8,43	8,35	8,33	8,19	8,14
Temperatura	°C	17,3	16,8	16,5	16,7	16,9
Conductividad	µS/cm	2150	2144	2139	2142	2158
Nitratos	mg/l	1,00	0,98	0,95	1,00	0,92
Nitritos	mg/l	0,003	0,003	0,004	0,003	0,005
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1,31	1,5	1,47	1,52	1,45
Sulfatos	mg/l	790	890	860	950	880
Fosfatos	mg/l	0,41	0,38	0,39	0,37	0,32



**GAD MUNICIPAL DEL CANTON GUANO
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA**

DIR: AV. 20 DE DICIEMBRE Y LEON HIDALGO TELF:2900 133

MONITOREO 3						
Fecha: 15/02/2017			Lugar: Laguna Valle Hermoso			
Parámetro	Unidades	Valores de Análisis				
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
ph	Ph	8,12	8,22	8,13	7,98	7,95
Temperatura	°C	15,8	16,4	16,7	16,9	16,4
Conductividad	µS/cm	2125	2153	2133	2138	2155
Nitratos	mg/l	0,83	0,89	0,88	0,90	1,01
Nitritos	mg/l	0,002	0,001	0,006	0,004	0,003
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1,32	1,43	1,37	1,36	1,49
Sulfatos	mg/l	790	860	810	810	890
Fosfatos	mg/l	0,22	0,24	0,32	0,19	0,25

MONITOREO 4						
Fecha: 20/03/2017			Lugar: Laguna Valle Hermoso			
Parámetro	Unidades	Valores de Análisis				
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
ph	Ph	8,46	8,38	8,54	7,92	8,41
Temperatura	°C	17	17,2	16,9	16,2	16,7
Conductividad	µS/cm	2139	2159	2154	2158	2149
Nitratos	mg/l	0,92	0,91	1,03	0,93	0,96
Nitritos	mg/l	0,004	0,002	0,003	0,004	0,005
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1,43	1,41	1,51	1,4	1,48
Sulfatos	mg/l	840	830	920	830	880
Fosfatos	mg/l	0,38	0,27	0,31	0,39	0,28

Anexo D: Análisis de laboratorio de fósforo total



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

Nº SE: 105-16

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. Dennis Pilco
EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH
DIRECCIÓN: Guano

INFORME Nº 105- 16
Nº SE: 105-16

FECHA DE RECEPCIÓN: 14 - 12 -16

TELÉFONO:

FECHA DE INFORME: 16- 12- 16

NÚMERO DE MUESTRAS: 5, Agua de laguna Valle Hermoso vía a Guano

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:	MA - 228-16	Punto 1	Agua
	MA - 229-16	Punto 2	Agua
	MA - 230-16	Punto 3	Agua
	MA - 231-16	Punto 4	Agua
	MA - 232-16	Punto 5	Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 228-16

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,05	N/A	14 - 12 - 16

MA - 229-16

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,05	N/A	14 - 12 - 16

MA - 230-16

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,06	N/A	14 - 12 - 16

MA - 231-16

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,05	N/A	14 - 12 - 16

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



PM2101-01

Página 1 de 2

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

Nº SE: 105-16

MA - 232-16

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,05	N/A	14 - 12 - 16

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TÉCNICO L.S.A.



-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página2 dc2

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 008-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. Dennis Pilco **INFORME N°** 008-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH **N° SE:** 008-17
DIRECCIÓN: Guano **FECHA DE RECEPCIÓN:** 18-01-17
TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 20-01-17
NÚMERO DE MUESTRAS: 5, Agua de laguna Valle Hermoso vía a Guano **TIPO DE MUESTRA:**
IDENTIFICACIÓN:

MA - 016-17	Punto 1	Agua
MA - 017-17	Punto 2	Agua
MA - 018-17	Punto 3	Agua
MA - 019-17	Punto 4	Agua
MA - 020-17	Punto 5	Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 016-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,18	N/A	18 - 01 - 17

MA - 017-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,17	N/A	18 - 01 - 17

MA - 018-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,16	N/A	18 - 01 - 17

MA - 019-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,14	N/A	18 - 01 - 17

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 2

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.





LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 008-17

MA - 020-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,11	N/A	18 - 01 - 17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TÉCNICO L.S.A.

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 2 de 2

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 021-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. Dennis Pilco **INFORME N°** 021-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH **N° SE:** 021-17
DIRECCIÓN: Guano

FECHA DE RECEPCIÓN: 15-02-17

TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 17-02-17

NÚMERO DE MUESTRAS: 5, Agua de laguna Valle Hermoso vía a Guano **TIPO DE MUESTRA:**

IDENTIFICACIÓN:	MA - 042-17	Punto 1	Agua
	MA - 043-17	Punto 2	Agua
	MA - 044-17	Punto 3	Agua
	MA - 045-17	Punto 4	Agua
	MA - 046-17	Punto 5	Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 042-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,08	N/A	15 - 02 - 17

MA - 043-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,09	N/A	15 - 02 - 17

MA - 044-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,12	N/A	15 - 02 - 17

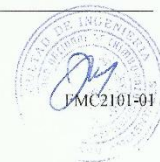
MA - 045-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,06	N/A	15 - 02 - 17

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 2

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.





Nº SE: 021-17

MA - 046-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,08	N/A	15 - 02 - 17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TÉCNICO L.S.A.

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 039-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. Dennis Pilco
EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH
DIRECCIÓN: Guano

INFORME N° 039-17
N° SE: 039-17

FECHA DE RECEPCIÓN: 20-03-17

TELÉFONO:

FECHA DE INFORME: 24-03-17

NÚMERO DE MUESTRAS: 5, Agua de laguna Valle Hermoso vía a Guano

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:	MA - 092-17	Punto 1	Agua
	MA - 093-17	Punto 2	Agua
	MA - 094-17	Punto 3	Agua
	MA - 095-17	Punto 4	Agua
	MA - 096-17	Punto 5	Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 092-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,14	N/A	20-03-17

MA - 093-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,10	N/A	20-03-17

MA - 094-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,12	N/A	20-03-17

MA - 095-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,14	N/A	20-03-17

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del S.A.E.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



FMC2101-01

Página 1 de 2

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 1/2 vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 039-17

MA - 096-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Fósforo Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E mod	0,10	N/A	20 - 03 - 17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAI.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 2 de 2

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.