

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN QUÍMICA MENCIÓN QUÍMICA – FÍSICA

Tema: EFECTOS DE LAS CAUSAS ANTROPOGÉNICAS EN LA EUTROFIZACIÓN EN LAS HIDROELÉCTRICAS DE AGOYÁN Y PISAYAMBO

Trabajo de titulación previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Química Mención Química – Física

Modalidad de titulación “PROYECTO DE DESARROLLO”

Autor: Ingeniero, Carlos Andrés Muyón Rivera

Director: Ingeniero, Fernando Cayetano Álvarez Calvache Mg.

Ambato – Ecuador

2022

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor de la Defensa del Trabajo de Titulación presidido por la Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Magíster e integrado por los señores: Químico Lander Vinicio Pérez Aldas, Mg. e Ingeniero Rodny David Peñafiel Ayala, Dr., designados por la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema “Efecto de las causas antropogénicas en la eutrofización en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo”, elaborado y presentado por el señor, Ingeniero Carlos Andrés Muyón Rivera para optar por el Grado Académico de Magister en Química mención Química-Física; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.

Presidente y Miembro del Tribunal de Defensa

Químico Lander Vinicio Pérez Aldas, Mg.

Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. Rodny David Peñafiel Ayala, Dr.

Miembro del Tribunal de Defensa

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema “Efecto de las causas antropogénicas en la eutrofización en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo”, le corresponde exclusivamente a: Ing. Carlos Andres Muyón Rivera, Autor bajo la Dirección de Ingeniero, Fernando Cayetano Álvarez Calvache Mg., Director del Trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Carlos Andres Muyón Rivera

AUTOR

Ingeniero, Fernando Cayetano Álvarez Calvache Mg

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Carlos Andres Muyón Rivera

1803747177

INDICE GENERAL

	Página
CONTENIDO	
PORTADA.....	
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. General.....	4
1.3.2. Específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	5
2.1. Eutrofización.....	5
2.2. Importancia del agua.....	5
2.3. Efectos de la eutrofización.....	6
2.4. Estado trófico.....	7
2.5. Fuentes antropogénicas.....	7
2.6. Nutrientes que influyen en la eutrofización.....	8
2.7. Influencia del fósforo en la eutrofización.....	9
2.8. Influencia del nitrógeno en la eutrofización.....	9
2.9. Conductividad.....	10
2.10. Clorofila A.....	10
2.11. Oxígeno disuelto.....	11

2.12.	Potencial de hidrógeno	12
2.13.	Temperatura	13
2.14.	Velocidad del viento en los embalses	13
2.15.	Materia orgánica en los sedimentos de embalses	13
2.16.	Influencia agrícola.....	14
2.17.	Deforestación	14
2.18.	Desechos de actividades humanas.....	14
2.19.	Índice de estado trófico (TSI).....	14
2.20.	Importancia de los flujos de nitrógeno y fósforo en los embalses	15
2.21.	Embalse	16
2.22.	Lagos eutróficos	16
2.23.	Lagos oligotróficos.....	17
2.24.	Lagos mesotróficos	17
2.25.	Lagos hipertróficos.....	17
2.26.	Unidad de negocio Hidroagoyán.....	18
2.27.	Embalse de Agoyán.....	18
2.28.	Meteorología del embalse Agoyán.....	19
2.29.	Calidad del agua del embalse Agoyán	19
2.30.	Embalse de Pisayambo.....	20
2.31.	Meteorología del embalse Pisayambo.....	20
CAPITULO III		22
3.1.	Metodología.....	22
3.2.	Prueba de Hipótesis	23
3.2.1.	Hipótesis nula	24
3.2.2.	Hipótesis alternativa	24
3.3.	Población y muestra.....	24
3.4.	Parámetros	26
3.4.1.	Determinación de nitratos método de reducción de cadmio 4500-NO ₃ ⁻ E 27	
3.4.2.	Determinación de fosfatos reacción con molibdato espectrofotometría 4500-P-B	27
3.4.3.	Determinación de oxígeno disuelto método yodométrico.....	28
3.4.4.	Determinación de clorofila A	28

3.4.5.	Determinación de carbono orgánico en sedimentos por el método de oxidación húmeda Walkey back 1934	28
3.5.	Equipos y materiales	29
3.5.1.	Protección personal.....	29
3.5.1.	Materiales para preservación de muestras	29
3.6.	Materiales de campo	30
3.6.1.	Cuantificación de los flujos de fósforo y nitrógeno en los embalses de Agoyán y Pisayambo.....	33
3.7.	Tipo de investigación.....	34
3.8.	Recolección de información	35
3.8.1.	Técnicas de recopilación de información	35
3.8.2.	Instrumentos de recolección de información.....	36
CAPITULO IV	37
RESULTADOS Y DISCUSIONES	37
4.1.	Criterios de monitoreo	37
4.2.	Coordenadas geográficas de los embalses	37
4.3.	Caracterización físico- química de los embalses de Agoyán y Pisayambo	38
4.4.	Análisis estadístico de la concentración de fosfatos y nitratos en los embalses de Agoyán y Pisayambo	46
4.5.	Determinación de las fuentes antropogénicas en el embalse de Agoyán y Pisayambo.....	50
4.6.	Determinación de las fuentes antropogénicas en el embalse de Agoyán.....	51
4.7.	Determinación de las fuentes antropogénicas en el embalse de Pisayambo....	53
4.8.	Determinación de los flujos de nitrógeno y fósforo en los embalses de Agoyán y Pisayambo.....	55
CAPITULO V	58
5.1.	Conclusiones	58
5.2.	Recomendaciones	60
5.3.	BIBLIOGRAFIA	62
5.4.	ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Rangos de concentración de oxígeno disuelto	12
Tabla 2-2 Caudales representativos del embalse Pisayambo	21
Tabla 3-1 Determinación de los puntos de muestreo de embalses	24
Tabla 3-2 Tabla selección de parámetros	26
Tabla 3-3 Reactivos para la conservación de muestras	30
Tabla 3-4 Materiales y equipos utilizados en la toma de muestra.....	30
Tabla 3-5 Instrumentos de recolección de información	36
Tabla 4-1 Coordenadas muestras Pisayambo	37
Tabla 4-2 Coordenadas muestras Pisayambo	38
Tabla 4-3 Parámetros <i>in situ</i> del embalse Pisayambo	39
Tabla 4-4 Parámetros <i>in situ</i> del embalse Agoyán	39
Tabla 4-5 Concentración de nitratos y fosfatos en el embalses de Pisayambo	40
Tabla 4-6 Concentración de nitratos y fosfatos en el embalses de Agoyán	40
Tabla 4-7 Porcentaje de materia orgánica encontrado en los embalses de Agoyán y Pisayambo.....	42
Tabla 4-8 Parámetros embalse Pisayambo	43
Tabla 4-9 Parámetros embalse Agoyán	43
Tabla 4-10 Valores límites para la clasificación trófica de cuerpos de agua.....	45
Tabla 4-12 ANOVA para la diferenciación significativa de flujos de: nitratos Agoyán (mg/L); nitratos Pisayambo (mg/L).....	47
Tabla 4-13 ANOVA para la diferenciación significativa de flujos de: fosfatos Agoyán (mg/L); fosfatos Pisayambo (mg/L)	48
Tabla 4-14 Zonas de influencia antropogénica en el embalse Agoyán	51
Tabla 4-15 Fuentes antropogénicas influyentes en el embalse de Agoyán	47
Tabla 4-16 Zonas de influencia antropogénica en el embalse Pisayambo	53
Tabla 4-17 Fuentes antropogénicas influyentes en el embalse de Pisayambo	54
Tabla 4-18 Datos de para determinar el flujo de fósforo y nitratos en los embalses de Agoyán y Pisayambo.....	56
Tabla 4-19 Flujos de fósforo y nitrógeno en los embalses de Agoyán y Pisayambo....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 2-1: Efectos de la eutrofización	6
Figura 2-2: Lago eutrófico.....	16
Figura 2-3: Lago oligotrófico	17
Figura 2-4: Lago mesotrófico	17
Figura 2-5: Lago hipertrófico	18
Figura 2-6: Visión general embalse Agoyán	19
Figura 2-7: Visión general del embalse Pisayambo	21
Figura 3-1: Puntos de muestreo embalse Pisayambo	25
Figura 3-5: Técnicas de recolección de datos	35

AGRADECIMIENTO

En primera instancia a mis padres Mariana y Alfredo por haberme dado la vida y hacer posible la realización de este proyecto; gracias por ser mis formadores y mi soporte, personas que nos han compartido sus conocimientos con los cuales hemos logrado el cumplimiento de nuestros objetivos.

Agradezco de corazón a mi tutor, el Ing. Fernando Álvarez y al Químico Lander Pérez por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Gracias a todas las personal y docentes de la Universidad Técnica de Ambato por su atención y amabilidad en todo lo referente a mi vida como alumno de maestría.

DEDICATORIA

A mis padres Mariana y Alfredo por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, que son mi fuerza, mi alegría, mi apoyo y me han enseñado valores como es el respeto y la perseverancia. Gracias por ser incondicionales en mi vida, su amor infinito y por la confianza constante para alcanzar mis metas y anhelos.

A mis hermanos con quien nos apoyamos de manera incondicional y han sido parte de mi crecimiento personal y profesional

Carlos Muyón

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRIA EN QUIMICA MENCIÓN QUÍMICA-FÍSICA

TEMA:

EFECTOS DE LAS CAUSAS ANTROPOGÉNICAS EN LA EUTROFIZACIÓN EN
LAS HIDROELÉCTRICAS DE AGOYÁN Y PISAYAMBO

AUTOR: Ing. Carlos Andres Muyón Rivera

DIRECTOR: Ingeniero, Fernando Cayetano Álvarez Calvache Mg

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

- Medio Ambiente

FECHA: Diciembre 13,2021

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se estudió la relación existente entre las fuentes antropogénicas y la eutrofización existente en los embalses de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo y su influencia dentro de la biodegradación de biomasa y los flujos de nitrógeno y fósforo. Para esto se realizó el muestreo de campo y el análisis de laboratorio para establecer los aspectos geográficos, geofísicos y bioquímicos de los embalses, con el objetivo de establecer los flujos de nitrógeno y fósforo con el fin de estimar la influencia fuentes antropogénicas en los embalses de Agoyán y Pisayambo.

Se evaluaron las zonas donde se encuentran ambos embalses determinando posibles fuentes antropogénicas que influyen en el proceso de eutrofización, Se tomaron muestras en la zona litoral y en la zona más profunda de los embalses para la caracterización de los principales parámetros que influyen sobre la biodegradación en los embalses dentro de la zona agua-sedimento (NO_3^- , PO_4^{3-} , clorofila, % de materia orgánica, pH, temperatura, conductividad).

Los resultados encontrados en este estudio indican que los flujos de fosfatos en los embalses reportaron valores de 0.4838 mg/L en el embalse de Pisayambo y de 0.4988 mg/L en el embalse de Agoyán estos valores se encuentran fuera de los límites permisibles. El contenido de nitratos tanto en el embalse de Agoyán y Pisayambo no es preponderante y tiene valores promedios de 0.238 mg/L y 0.200 mg/L respectivamente. El análisis estadístico mediante la prueba de Levene se obtuvo que existe relación significativa entre la producción de fitoplancton y la concentración de nitrógeno, fósforo y la materia orgánica en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo. Finalmente, se estableció la influencia de las fuentes antropogénicas en el grado de eutrofización en las zonas de influencia en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo.

Descriptores: Agoyán, contaminación, nitratos, fosfatos, caracterización química-física, eutrofización, embalse hidroeléctrico, materia orgánica, fuentes antropogénicas, Pisayambo.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRIA EN QUIMICA MENCIÓN QUÍMICA-FÍSICA

THEME:

EFFECTS OF ANTHROPOGENIC CAUSES ON EUTROPHICATION AT AGOYAN
AND PISAYAMBO HYDROELECTRIC PLANTS.

AUTHOR: Ing. Carlos Andrés Muyón Rivera

DIRECTED BY: Ingeniero, Fernando Cayetano Álvarez Calvache Mg

LINE OF RESEARCH:

- Environment

DATE: December 13th, 2021

EXECUTIVE SUMMARY

In the present work we studied the relationship between anthropogenic sources and eutrophication in the reservoirs of the Agoyán and Pisayambo hydroelectric plants and their influence on biomass biodegradation and nitrogen and phosphorus fluxes. For this purpose, field sampling and laboratory analysis were carried out to establish the geographic, geophysical and biochemical aspects of the reservoirs, with the objective of establishing the nitrogen and phosphorus fluxes in order to estimate the influence of anthropogenic sources in the Agoyán and Pisayambo reservoirs.

The zones where both reservoirs are located were evaluated to determine possible anthropogenic sources that influence the eutrophication process. Samples were taken in the littoral zone and in the deepest zone of the reservoirs to characterize the main parameters that influence biodegradation in the reservoirs within the water-sediment zone (NO_3^- , PO_4^{3-} , chlorophyll, % of organic matter, pH, temperature, conductivity).

The results found in this study indicate that the phosphate flows in the reservoirs reported values of 0.4838 mg/L in the Pisayambo reservoir and 0.4988 mg/L in the Agoyán reservoir, these values are outside the permissible limits. The nitrogen content in the Agoyán and Pisayambo reservoirs is not preponderant and has average values of 0.238 mg/L and 0.200 mg/L, respectively. The statistical analysis using Levene's test showed that there is a significant relationship between phytoplankton production and the fluxes of nitrogen, phosphorus and organic matter in the Agoyán and Pisayambo hydroelectric plants. Finally, the influence of anthropogenic sources on the degree of eutrophication in the zones of influence of the Agoyán and Pisayambo hydroelectric plants was established.

Keywords: Agoyán, pollution, nitrates, phosphates, chemical-physical characterization, eutrophication, hydroelectric reservoir, organic matter, anthropogenic sources, Pisayambo.

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

La eutrofización es el enriquecimiento de las aguas superficiales con nutrientes disponibles para las plantas, esto provoca la estimulación de una serie de cambios sintomáticos entre los cuales esta: el aumento en la producción de algas, el deterioro de la calidad de agua, la producción de gases de efecto invernadero con una posible afectación ambiental (José Gómez Jakobsen , 2010). Si bien la eutrofización se produce en forma natural, normalmente está asociada a fuentes antropogénicas de nutrientes (Moreno et al., 2010).

Este proceso de descomposición lleva a un aumento en la cantidad de nutrientes en el agua, especialmente nitrógeno y fósforo y en condiciones naturales puede tomar cientos de años en completarse (Matsumura Tundisi 2008). Sin embargo, debido a la intensa urbanización. Junto con actividades industriales, un considerable aumento en la descarga de nitrógeno y fósforo ocurre en algunos ecosistemas acuáticos, lo que lleva a una aceleración en el proceso de eutrofización.

Debido a los efectos negativos de la eutrofización, tanto ecológicos como económicos, la detección y evaluación del enriquecimiento de nutrientes, es un campo importante para el manejo y conservación del agua (Devlin et al., 2011). Además los efectos de la eutrofización han sido menos estudiados en la laguna tropicales y subtropicales y se estima que la tasa de nutrientes para esa región se incremente en las próximas décadas (Galloway et al., 2004), debido a que estos sistemas son más sensibles a el ingreso de nutrientes, que los sistemas templados y sus respuesta a la eutrofización podría ser más severa debido a la mayor intensidad y duración de radiación sola (Corredor et al., 1999).

En este estudio se desea determinar la relación que existe entre las fuentes antropogénicas existentes en los alrededores de los embalses de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo, con los procesos químicos de eutrofización y sus relaciones entre el nitrógeno y el fósforo

1.2. Justificación

El presente proyecto se enfoca en el estudio sobre la relación existente entre las fuentes antropogénicas y la eutrofización existente en los embalses de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo, la influencia de la biodegradación de biomasa, el nitrógeno y el fósforo, con el fin de estimar la influencia fuentes antropogénicas y los flujos de fósforo y nitrógeno.

Algunas actividades antropogénicas que se desarrollan cerca de cuerpos hídricos utilizan agua como un insumo de sus procesos productivos, provocando afectación a los recursos naturales y amenazando de esta manera a las personas y a los ecosistemas, con graves riesgos el equilibrio ambiental y la salud de los seres vivos. La incorporación al medio ambiente de elementos y condiciones extrañas, en cantidad o en calidad, genera un daño, ya sea sanitario, económico, ecológico, social y estético, evidenciando cambios indeseables en las características físicas, químicas y biológicas del agua.

El “estado trófico” de los embalse y lagos es un concepto fundamental en la gestión de los mismos. Ya que se describe la relación entre el estado de nutrientes en un lago y el crecimiento de la materia orgánica en el mismo. Eutrofización es el proceso de cambio de un estado trófico a otro de nivel superior por adición de nutrientes (Moreno et al., 2010).

Se ha observado que la zona del embalse de Agoyán descarga de y empleo de fertilizantes en la agricultura constituyen una de las principales fuentes de nitrógeno y fósforo antropogénico que podrían ocasionar el deterioro de la calidad del agua, mientras que en la zona del embalse de Pisayambo la ganadería y piscicultura podrían ser una fuente de carga orgánica ocasionando eutrofización.

Las actividades humanas que ocurren en los alrededores de los embalses de Agoyán y Pisayambo afectan directamente e indirectamente a los ecosistemas acuáticos, causando daños ambientales como son la eutrofización, deterioro de la calidad del agua, así como cambios en la estructura dinámica trófica (Ruiz Thelma, 2017).

Dentro de cierto límite el aporte de nutrientes generado por el aumento del fósforo y nitrógeno en las aguas de los embalses de Agoyán y Pisayambo resultan beneficioso debido a que incrementan la actividad primaria del fitoplancton, sin embargo el exceso

de nutrientes puede llegar a ser perjudicial y alterar la función y estructura del ecosistema (Ruiz Thelma, 2017).

Entre los factores que afectan a la concentración de los nutrientes destacan:

- La magnitud de los aportes de los nutrientes (Ryan et al., 2008)
- Efectos estacionales
- Las características hidrográficas que determinan la susceptibilidad del cuerpo de agua ya que actúan como un filtro que determina la respuesta del ecosistema a los aportes de nutrientes (Cloern, 2001)
- Grados de mezcla de la columna de agua
- La fuente de los nutrientes: deposición atmosférica, lixiviación, escurrimiento superficial y subterráneo, surgencias y erosión (Ruiz Thelma, 2017)

Aunque principalmente el fósforo y el nitrógeno son variables que favorecen a la eutrofización, la clasificación del estado trófico depende del nutriente que representa una limitación. Se ha observado que en la mayoría de los casos el factor limitante es el fósforo (De Vicente & Cruz-Pizarro, 2003).

Actualmente el Ecuador no cuenta con la información necesaria que respalde la posible influencia de la degradación de materia orgánica y los impactos negativos que puede producir la eutrofización generada por las actividades antrópicas desarrolladas en los embalses de las hidroeléctricas. En este trabajo, se analizaron las relaciones entre los nutrientes su relación con el fósforo y el nitrógeno para determinar su posible afectación al medio ambiente evaluar métodos de mitigación e identificar los diferentes grados de eutrofización comparando los datos obtenidos en los embalses (Agoján y Pisayambo) que se encuentran en la región centro-norte de Ecuador.

Estos embalses hidroeléctricos a menudo se consideran fuentes de carbono neutral para energía, pero investigaciones recientes indican que al ser usados como reservorios son fuentes potencialmente importantes de gases de efecto invernadero como son el metano, dióxido de carbono y óxido de nitrógeno (Pérez & Ponce, 2013). Los mismos que son el resultado del proceso de descomposición de la materia orgánica este proceso podría estar relacionado con la eutrofización generada dentro del depósito de agua y la biomasa contenida en el embalse, los mismos que son influenciados por el pH, clorofila, nutrientes como el fósforo y el nitrógeno y condiciones ambientales (González & Quirós, 2011), por lo tanto el proyecto de investigación se enfoca en determinar las posibles relaciones

entre la eutrofización la calidad del agua y la afectación ambiental, además que algunas de estas relaciones podrían constituir una valiosa herramienta en el manejo de los embalses de la hidroeléctricas y su estado trófico.

1.3.Objetivos

1.3.1. General

Evaluar los efectos de las fuentes antropogénicas en la eutrofización de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo

1.3.2. Específicos

- Determinar la relación existente entre la concentración de fósforo, nitrógeno y la materia orgánica.
- Establecer la influencia de las fuentes antropogénicas en el grado de eutrofización de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo.
- Cuantificar los flujos de fósforo y nitrógeno a nivel de la interfase agua-sedimento en los embalses de Agoyán y Pisayambo.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1. Eutrofización

Eutrofización es el enriquecimiento de las aguas superficiales con nutrientes disponibles para las plantas, en esta situación el equilibrio de las aguas es afectado lo cual cambia su comportamiento originando procesos indeseables. Si bien la eutrofización se produce en forma natural, normalmente está asociada a fuentes antropogénicas de nutrientes (Moreno et al., 2010).

Según (García Miranda & Miranda González, 2018) es un fenómeno que ha sido estudiado durante muchos años y es utilizado para describir los fenómenos biogeofísicos y biológicos en un ecosistema acuático, que se producen por el incremento en el suministro y disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, aunque también en ocasiones otros minerales como sílice, potasio, calcio, hierro o manganeso.

Se puede decir que a primera vista la eutrofización aporta con nutrientes al cuerpo de agua y esto beneficiaría a los seres vivos que viven la zona, pero la situación no es tan sencilla debido a que diversos estudios demuestran que la abundancia de plantas y otros organismos causan el deterioro de las aguas, debido a que cuando estas mueren se descomponen generando procesos que causan malos olores, generación de gases y un aspecto nauseabundo en las aguas.

2.2. Importancia del agua

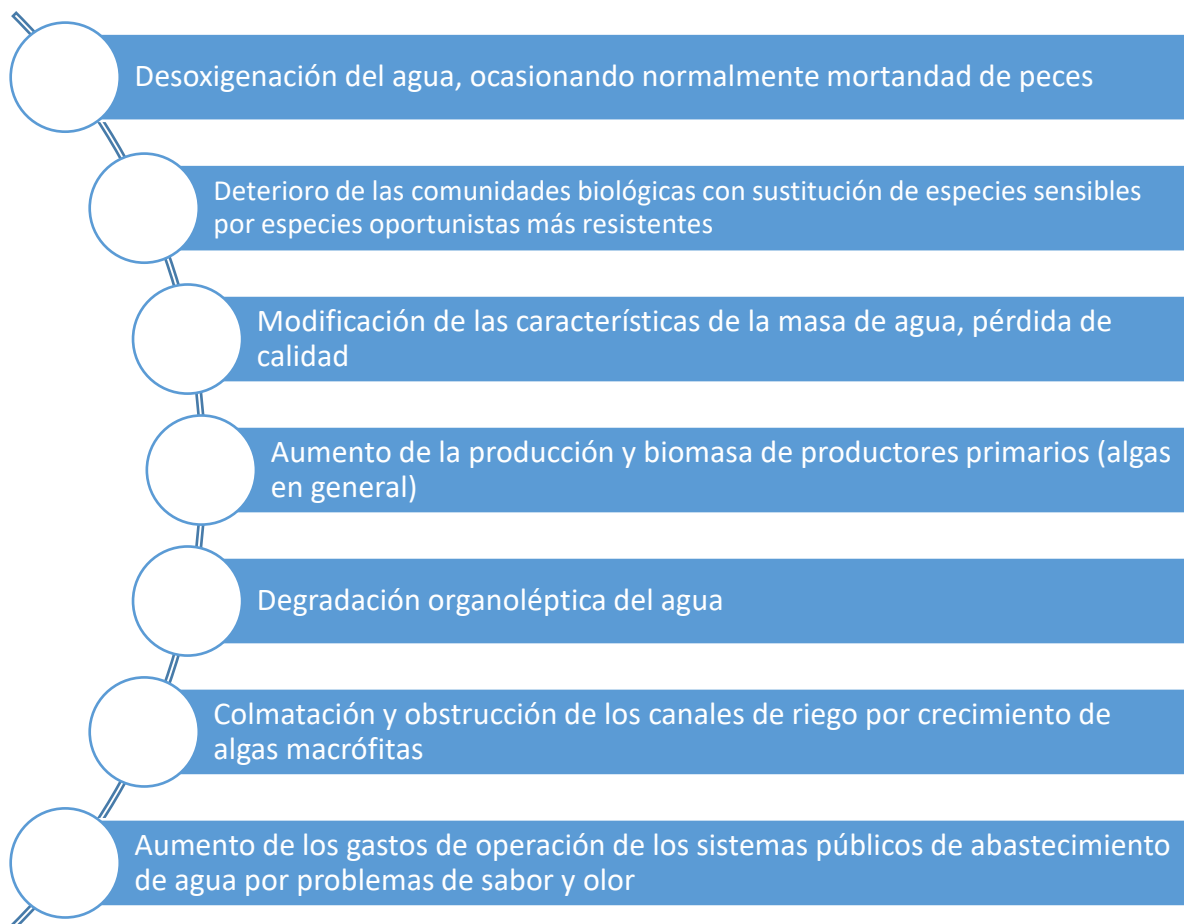
Como se conoce apenas el 0,3 % del total de agua disponible en el planeta se encuentra en forma de agua dulce líquida superficial y de esta pequeña cantidad el 90% se almacena en los lagos, siendo estos elementos críticos para la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad del planeta. Los lagos y embalses al ser ecosistemas acuáticos frágiles y vulnerables y además ser un punto donde diferentes descargas de agua y contaminantes se unen, están expuestos a la contaminación como consecuencia de las actividades antrópicas que alteran el equilibrio del ecosistema (García Miranda & Miranda González, 2018).

2.3. Efectos de la eutrofización

El principal problema que se observa con la eutrofización es el exceso de nutrientes causantes del crecimiento de plantas y otros organismos ajenos al ecosistema que consumen una cantidad de oxígeno disuelto por consecuente las aguas dejan de ser aptas para otros seres vivos en los peores casos se traduce en un ecosistema destruido (Aranda Cirerol et al., 2004).

Entre otras afectaciones tenemos:

Figura 1-1: Efectos de la eutrofización



Fuente: (Aranda Cirerol et al., 2004).

2.4. Estado trófico

El “estado trófico” de los embalse y lagos es un concepto fundamental en la gestión de estos. En él se describe la relación entre el estado de nutrientes en un lago y el crecimiento de la materia orgánica en el mismo. Eutrofización es el proceso de cambio de un estado trófico a otro de nivel superior por adición de nutrientes (Moreno et al., 2010).

Aunque principalmente el fósforo y el nitrógeno son variables que favorecen a la eutrofización, la clasificación del estado trófico depende del nutriente que representa una limitación. Se ha observado que en la mayoría de los casos el factor limitante es el fósforo (Navas et al., 2003).

El fósforo es absorbido con más facilidad por las partículas del suelo y es arrastrado por la erosión, en suspensión o disueltos por las aguas de escorrentías superficiales.

2.5. Fuentes antropogénicas

Según el plan de manejo ambiental de la hidroeléctrica Agoyán descrita por (Sánchez Cardenas, 2012) se observó que en la zona del embalse de Agoyán se descarga y emplea fertilizantes en la agricultura constituyen una de las principales fuentes de nitrógeno y fósforo antropogénico que podrían ocasionar el deterioro de la calidad del agua, mientras que en la zona del embalse de Pisayambo la ganadería y piscicultura podrían ser una fuente de carga orgánica ocasionando eutrofización.

Las actividades humanas que ocurren en los alrededores de los embalses de Agoyán y Pisayambo como la agricultura, ganadería, descarga de agua residuales e industria afectan directamente e indirectamente a los ecosistemas acuáticos, causando daños ambientales como son la eutrofización, deterioro de la calidad del agua, así como cambios en la estructura dinámica trófica (Ruiz Thelma, 2017).

Dentro de cierto límite el aporte de nutrientes generado por el aumento del fósforo y nitrógeno en las aguas de los embalses de Agoyán y Pisayambo resultan beneficioso debido a que incrementan la actividad primaria del fitoplancton, sin embargo el exceso de nutrientes puede llegar a ser perjudicial y alterar la función y estructura del ecosistema (Ruiz Thelma, 2017).

Entre los factores que afectan a la concentración de los nutrientes destacan:

- La magnitud de los aportes de los nutrientes (Ryan et al., 2008)
- Efectos estacionales
- Las características hidrográficas que determinan la susceptibilidad del cuerpo de agua ya que actúan como un filtro que determina la respuesta del ecosistema a los aportes de nutrientes (Cloern, 2001)
- Grados de mezcla de la columna de agua
- La fuente de los nutrientes: deposición atmosférica, lixiviación, escurrimiento superficial y subterráneo, surgencias y erosión (Ruiz Thelma, 2017)

2.6. Nutrientes que influyen en la eutrofización

Tanto el carbono el nitrógeno junto al fósforo, se consideran nutrientes esenciales para el crecimiento de vida acuática no deseada igualmente en grandes cantidades cuando se vierten en el terreno pueden afectar aguas subterráneas (Metcalf & Eddy, 2003).

Según (Aranda Cirerol et al., 2004) los nutrientes que más afectan el proceso de eutrofización son los fosfatos los nitratos. El nitrógeno incide más la eutrofización en sistemas marinos o de agua salada, mientras que el fósforo tiene una influencia mayor sobre la eutrofización en sistemas acuáticos de agua dulce.

En los últimos 20 o 30 años las concentraciones de estos compuestos en sistemas acuáticos casi se han duplicado. En el caso del nitrógeno, una elevada proporción, alrededor del 30% llega a través de la contaminación atmosférica. El nitrógeno es más móvil que el fósforo y puede ser lavado a través de suelo transportarse al aire por evaporación del amoníaco o por su desnitrificación (Devlin et al., 2011).

En condiciones naturales, en un sistema acuático entran menos de 1kg de fósforo por hectárea y año. Al haber vertidos antropogénico, esta cantidad sube. Los jabones y detergentes han sido a lo largo de muchos años uno de los principales causantes de este problema. Hace unos 40 años, el 65% del peso de los detergentes era un compuesto de fósforo, cuya función era quelar a iones, de manera que no impidieran el trabajo de las moléculas surfactantes. El resultado era que los vertidos domésticos y de lavanderías contenían una gran proporción de ión fosfato. Por este motivo diferentes países en sus legislaciones ambientales controlan los niveles de fósforo en el agua (Moreta, 2008).

2.7. Influencia del fósforo en la eutrofización

El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento de organismos ya que participa en la síntesis de ácidos nucleicos y forma parte de los ciclos energéticos celulares. Por lo general la fuente natural de fósforo es la erosión de las rocas debido a que el fósforo no tiene reserva atmosférica en su ciclo, también puede ser aportado por fuentes antropogénicas como aquellas vinculadas a aportes de tipo industrial, agrícola y doméstico (Zouiten, 2012).

El fósforo es uno de los principales nutrientes en el proceso de eutrofización, se lo considera como un precursor de la productividad Fito planctónica y reactivo limitante en la generación de la eutrofización, en el caso de los embalses y lagos, admite la absorción y la utilización de los nutrientes por parte del fitoplancton la misma se efectúa siguiendo el ratio de Redfield 106C:16N:1P.

Lo anterior nos indica que por cada átomo de fósforo absorbido y utilizado por la biomasa, 106 átomos de carbono y 16 átomos de nitrógeno se absorben y se utilizan también (Redfield, 1958). Para controlar este fenómeno, es más eficaz actuar sobre el elemento que tiene el número de átomos más pequeño en el ratio. Por ello en la mayoría de los cuerpos de agua, se considera que el fósforo es el elemento limitante (Zouiten, 2012).

Por estas razones, la concentración de fósforo total (TP) es empleada como índice de la calidad del agua y del estado trófico de los ecosistemas acuáticos. Además se dice que, para controlar el proceso de eutrofización, es prioridad controlar el aporte de fósforo, debido a que es muy difícil controlar el contenido nitrógeno o el carbono a causa de que sus ciclos contienen gases más complejo y también es necesario para tomar medidas en la remediación de aguas (De Vicente & Cruz-Pizarro, 2003).

2.8. Influencia del nitrógeno en la eutrofización

Las formas más comunes de nitrógeno inorgánico que reaccionan en los ecosistemas acuáticos son el nitrito (NO_2^-), el amonio (NH_4^+) y el nitrato (NO_3^-). Estos iones pueden estar presentes de manera natural en el medio acuático debido a diversos factores, por ejemplo: la descomposición biológica de la materia orgánica, la escorrentía superficial y subterránea, la deposición atmosférica, la disolución de depósitos geológicos ricos en

nitrógeno, la descomposición biológica de la materia orgánica (Camargo & Alonso, 2007).

Sin embargo, la actividad humana está constituyendo una fuente de producción de nitrógeno aumentando la disponibilidad de este elemento en varias regiones del planeta tierra, a consecuencia de esto se está alterando significativamente el ciclo del nitrógeno generando problemáticas medioambientales en los ecosistemas acuáticos entre ellas tenemos: la eutrofización de aguas y el incremento de algas tóxicas, acidificación de lagos o ríos, intoxicación de los seres acuáticos por medio de compuestos nitrogenados, todo lo anteriormente dicho podría generar efectos nocivos a nuestro planeta y daños en la salud del ser humano (Moreta, 2008).

Aunque el fósforo es considerado por diversas bibliografías como el principal nutriente limitante para el crecimiento de las algas en los ecosistemas acuáticos continentales, existe en la actualidad una evidencia creciente de que el nitrógeno también puede actuar como nutriente limitante y concentraciones elevadas de este nutriente pueden influenciar en el crecimiento y proliferación de los productores primarios (algas, fitoplancton bentónicas, macrófitos) en embalses, lagunas, estuarios y ecosistemas costeros (Camargo & Alonso, 2007).

2.9. Conductividad

La conductividad es un parámetro que nos permite conocer la capacidad de una solución para transportar corriente eléctrica, esta capacidad está relacionada con la temperatura, la viscosidad la cantidad de iones que se encuentra en la solución puede ser expresada en $\mu\text{mhos/cm}$ o $\mu\text{S/cm}$ (Roldán & Ramírez, 2008).

2.10. Clorofila A

La clorofila es el pigmento fotorreceptor responsable de la fotosíntesis, en la principal etapa de transformación de la luz en energía química, debido a esta por medio del cual es el mayor responsable de la vida en el planeta, con el intercambio gaseoso de la respiración de los seres vivos, principalmente se encuentra en las cianobacterias y todo aquel organismo que contiene cloroplastos. La clorofila es utilizada para estimar la biomasa

planctónica, y constituye de 1 a 2 % de peso seco a su vez los productos que son degradados como los clorofilidas, feofitinas y feoforbidos (Rivera et al., 2005).

La clorofila A es el pigmento responsable del color verde de las plantas y protistas por la función fotosintética que permite absorber la luz transformándolos en compuestos orgánicos y oxígeno como energía, a su vez contiene una máxima absorción de la luz de 350-850 nm. según (Rivera et al., 2005) la cantidad de clorofila A, mide la concentración de fitoplancton presente en los embalses y también determina la biomasa que se muestra en los cuerpos de agua respecto a la contaminación además según (Ramírez & González, 2012) el análisis de pigmentos fotosintéticos ofrece una valiosa información acerca de los productores primarios en un ecosistema acuático. En muchos trabajos se usa la concentración de Clorofila A como indicador de la biomasa algal, aunque la correspondencia entre ambos parámetros es variable en función no solamente de las especies algales presentes, sino también del estado fisiológico de las mismas.

2.11. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es un indicador de la cantidad de contaminación en el agua, se le define como la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua es considerado esencial para lagos y ríos, es un factor que influye en la mayoría de los procesos vitales de los seres vivos, así como diversos factores abióticos del sistema, estos factores intervienen en los procesos fotosintéticos y en liberación de metales y nutrientes de los sedimentos (Betancourt et al., 2008). Un ecosistema con poco oxígeno disuelto tiende a la formación de compuestos de fósforo, nitrógeno y la transformación de metales como el hierro, por estas razones es necesario determinar el comportamiento de concentración de oxígeno en los cuerpos de agua (Bostrom et al., 1982).

En sistemas acuáticos la distribución de oxígeno disuelto está determinada por el intercambio gaseoso de la superficie del agua además de la actividad fotosintética, si se consume más oxígeno que el que se produce y capta en el sistema, el valor de oxígeno descenderá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos acuáticos (Centi & Perathoner, 1995).

Tabla 2-1 Rangos de concentración de oxígeno disuelto con relación a la producción de vida

Rango	Condición	Consecuencia
0-5 (mg/l)	Hipoxia	Desaparición de especies sensibles y de los seres vivos
5-8 (mg/l)	Aceptable	Apto para la vida
8-12 (mg/l)	Buena	Adecuada para la gran mayoría de especies
>12 (mg/l)	Sobresaturación	Plena producción de sistemas fotosintéticos

Fuente: (Centi & Perathoner, 1995).

En base lo descrito en la Tabla 2, Anexo 1, Libro VI del Acuerdo Ministerial 97-A de julio de 2015, Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios establece un límite permisible de Oxígeno disuelto de 6 mg/l un criterio de calidad a tomar en cuenta en el análisis del agua de los embalses (Ministerio del Ambiente, 2015)

2.12. Potencial de hidrógeno

El pH es un término utilizado para cuantificar el nivel de acidez o alcalinidad, es un término que nos ayuda a entender la actividad de los iones hidrógeno y expresar la concentración de estos. En los sistemas acuáticos los niveles bajos y elevados de pH son considerados nocivos para los organismos que viven en las aguas, en el caso de lagos no contaminados el pH oscila entre 6,0 y 9,0 (Centi & Perathoner, 1995). El pH tiene una gran influencia en el proceso de eutrofización del agua a causa de que constituye un factor en la especiación de nutrientes aumentando o disminuyendo la absorción y la disponibilidad de estos, en el caso de los fosfatos, su absorción en los cuerpos de agua se acelera en pH ácidos (Khan et al., 2005).

2.13. Temperatura

La temperatura es un factor el cual influye numerosos procesos químicos físicos y biológicos en los ecosistemas acuáticos, por esta razón la temperatura es un indicador de la calidad del agua debido que un aumento o disminución en el gradiente de temperatura influye en las reacciones químicas y la solubilidad de los gases (Centi & Perathoner, 1995) .

Según (Roldán & Ramírez, 2008) en la zona de páramo que comprenden alturas entre 3.000 y 4.000 m s. n. m. tienen un intervalo de temperaturas entre 6 y 12,0°C; los lagos y lagunas pertenecientes a este piso son la mayoría de origen glaciario, volcánico o tectónico, muchos de estos lagos son profundos con temperaturas del agua que varían entre 12 y 15 °C , según estudios el crecimiento de las algas se acelera a una temperatura de 23 a 28°C (Khan et al., 2005).

2.14. Velocidad del viento en los embalses

Los principales agentes dinámicos que influyen sobre la hidrodinámica del embalse son la radiación solar, y la velocidad del viento, Según (García-Gil & Camacho, 2001) la velocidad del viento intervienen en el transporte de energía térmica, el transporte de sedimentos, compuestos orgánicos e inorgánicos en los embalses y tienen influencia en la estructuración de las capas de los mismos.

2.15. Materia orgánica en los sedimentos de embalses

De acuerdo al estudio realizado por (Sánchez, 2008) en el capítulo 18 sobre “Sedimentación en Embalses” manifiesta que la materia orgánica que se encuentra en estado de descomposición de los embalses o lagunas es el factor principal o predominante para la evaluación del estado eutrófico y además son parte fundamental para el análisis del comportamiento de los ecosistemas acuáticos. Además, concluye que el análisis biológico de la calidad del agua puede remediar y disminuir el estrés antropogénico a los cuerpos de agua impidiendo el deterioro de la biodiversidad y remediación.

2.16. Influencia agrícola

Una de las principales fuentes de contaminación por nitrógeno es la escorrentía procedente de tierras agrícolas, cuando el nitrato es desplazado de tierras agrícolas la contaminación afecta primero a las aguas subterráneas someras y después al agua de los acuíferos lo que podría convertirse en una situación de riesgo.

El uso excesivo de fertilizante es una causa potencial del aporte de nitrógeno (en forma de sales de nitrato y amonio) y fósforo como fosfato se debe tomar en cuenta que la zona donde se encuentra los embalses de Agoyán y Pisayambo es plenamente agrícola.

2.17. Deforestación

Según (RAPAL, 2010) la deforestación y la erosión de los suelos agrícolas contribuyen en la carga de nutrientes, debido a que los escurrimientos al pasar por una tierra que no tiene protección, “lavan” la capa fértil, llevándose consigo los nutrientes de la misma que influyen en los procesos químicos y bioquímicos que generan la eutrofización.

2.18. Desechos de actividades humanas

Los desechos de las actividades humanas representan una cantidad considerable de fósforo y nitrógeno provenientes de hogares que llevan detergentes y desechos orgánicos, procesos de tratamiento de agua y la industria los vertidos humanos aceleran el proceso hasta convertirlo en un problema grave de contaminación (RAPAL, 2010)

2.19. Índice de estado trófico (TSI)

Es un sistema de clasificación diseñado para calificar los cuerpos de agua en función de la cantidad de productividad biológica que sostienen. Aunque el término "índice trófico" se aplica comúnmente a los lagos, se puede indexar cualquier masa de agua superficial (LCWA, 2018).

El TSI de un cuerpo de agua se clasifica en una escala de cero a cien. Según la escala TSI, las masas de agua pueden definirse como (LCWA, 2018):

- Oligotrófico (TSI 0–40, que tiene la menor cantidad de productividad biológica, calidad de agua "buena")

- mesotrófico (TSI 40–60, con un nivel moderado de productividad biológica, calidad de agua "justa")
- eutrófico a hipertrófico (TSI 60–100, que tiene la mayor cantidad de productividad biológica, calidad de agua "mala")

Las cantidades de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes biológicamente útiles son los principales determinantes del TSI de un cuerpo de agua. Los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo tienden a limitar los recursos en los cuerpos de agua estancada, por lo que el aumento de las concentraciones tiende a dar como resultado un mayor crecimiento de las plantas, seguido de aumentos corolarios en los niveles tróficos posteriores (LCWA, 2018). En consecuencia, el índice trófico a veces se puede usar para hacer una estimación aproximada de la condición biológica de los cuerpos de agua (Sánchez-España et al., 2017).

2.20. Importancia de los flujos de nitrógeno y fósforo en los embalses

En varias regiones del mundo, el aumento de los flujos de nitrógeno (N) y fósforo (P) de la tierra a los cuerpos de agua es motivo de gran preocupación debido al deterioro observable en la calidad de las aguas. Los embalses reciben N y P de la escorrentía de los ríos y otros, de las descargas de desechos, de la atmósfera y el océano y del intercambio con las aguas subterráneas (Tappin, 2002)

La química de los embalses depende de una combinación de caudal fluvial, hidrodinámico y biológico autóctono procesos (Allanson y Winter, 1999). Las concentraciones totales de nitrógeno (N) y fosfatos (P) en el agua columna son medidas útiles del potencial de eutrofización, pero a menudo pueden sobreestimar lo que realmente está biodisponible para crecimiento de la planta. Además, sólo midiendo la concentración de nutrientes en la columna de agua no tiene en cuenta el hecho que los cuerpos de agua contaminados tendrán reservas significativas de N y P en los sedimentos y asociado a partículas en suspensión, para la determinación de estos flujos se pueden aplicar modelos matemáticos (Wepener, 2007).

2.21. Embalse

Se lo define como una acumulación de agua o un gran depósito de artificial de agua causado por la intervención humana que construye o edifica una estructura que encierra parcial o totalmente el cauce de un río o arroyo. Con el propósito de producir energía, servir como almacenamiento, ser utilizado para fines agrícolas, o abastecer de suministro de agua (Alonso et al., 2010).

Un embalse es aquel en el que existe una acumulación de agua producida artificialmente por la obstrucción del cauce de manera parcial o total de un río o lago, almacenando dicha agua a su vez estos son clasificados:

- Presas de gravedad
- Subterráneas, en estado líquido o gaseoso que afloran de forma natural o por efecto de métodos artificiales
- Meteoricas o atmosféricas, que provienen de lluvias de precipitación o artificial

2.22. Lagos eutróficos

Estos lagos se caracterizan por el alto nivel de productividad, claridad del agua y buena cantidad de plantas acuáticas, poca claridad del agua y gran potencial para albergar peces y vida silvestre.

Criterios característicos de un lago eutrófico: clorofila a menos de 7 y 40 $\mu\text{g/L}$, fósforo total entre 25 y 100 $\mu\text{g/L}$, Nitrógeno Total entre que 600 y 1500 $\mu\text{g/L}$ y claridad de agua entre 0.9 y 2,5m (Moreno et al., 2010).

Figura 2-2: Lago eutrófico



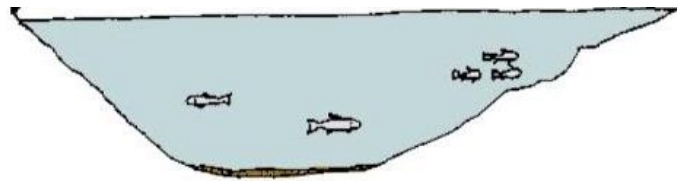
Fuente: (Moreno et al., 2010)

2.23. Lagos oligotróficos

Son lagos con bajo nivel de productividad biológica. Agua clara, algunas plantas acuáticas, pocos peces no mucha flora y fauna y fondo arenoso.

Criterios característicos de un lago oligotrófico: clorofila a menos de $3 \mu\text{g/L}$, fósforo total menor $15\mu\text{g/L}$, nitrógeno Total menor que $400 \mu\text{g/L}$ y claridad de agua 4m (Moreno et al., 2010).

Figura 2-3: Lago oligotrófico



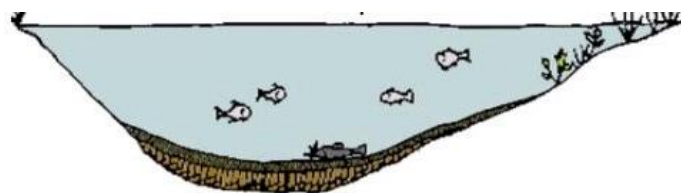
Fuente: (Moreno et al., 2010)

2.24. Lagos mesotróficos

Son lagos con moderado nivel de productividad, claridad de agua y plantas acuáticas

Criterios característicos de un lago mesotrófico: clorofila a menos de 3 y $7 \mu\text{g/L}$, fósforo total entre 15 y $25 \mu\text{g/L}$, nitrógeno Total entre que 400 y $600 \mu\text{g/L}$ y claridad de agua entre $2,5$ y 4m (Moreno et al., 2010).

Figura 2-4: Lago mesotrófico



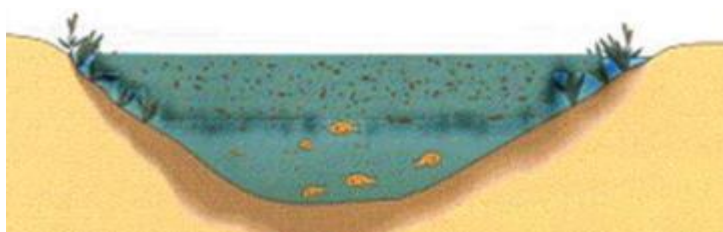
Fuente: (Moreno et al., 2010)

2.25. Lagos hipertróficos

Se caracterizan por altísimos niveles de productividad biológica, muy pobre cantidad de agua y abundancia de plantas acuáticas y potencial para soportar gran cantidad de peces y vida silvestre.

Criterios característicos de un lago hipertrófico: clorofila a menos de $40 \mu\text{g/L}$, fósforo total $100 \mu\text{g/L}$ o mayor, nitrógeno total superior a $1500 \mu\text{g/L}$ y claridad de agua menor 0.9 m (Moreno et al., 2010).

Figura 2-5: Lago hipertrófico



Fuente: (Sánchez, 2008)

2.26. Unidad de negocio Hidroagoyán

La Unidad de Negocio HIDROAGOYÁN se encuentra ubicada en el cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, forma parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC E.P.

El Complejo Hidroeléctrico Agoyán, se localiza en la provincia de Tungurahua, a 180 km, al sureste de Quito, a 40 y a 5 km al este de las ciudades de Ambato y Baños respectivamente, con un área de drenaje de 8.237 km^2 , siendo sus principales aportes los ríos Chambo y Patate, los cuales desembocan en el Río Pastaza (Sánchez Cardenas, 2012).

2.27. Embalse de Agoyán

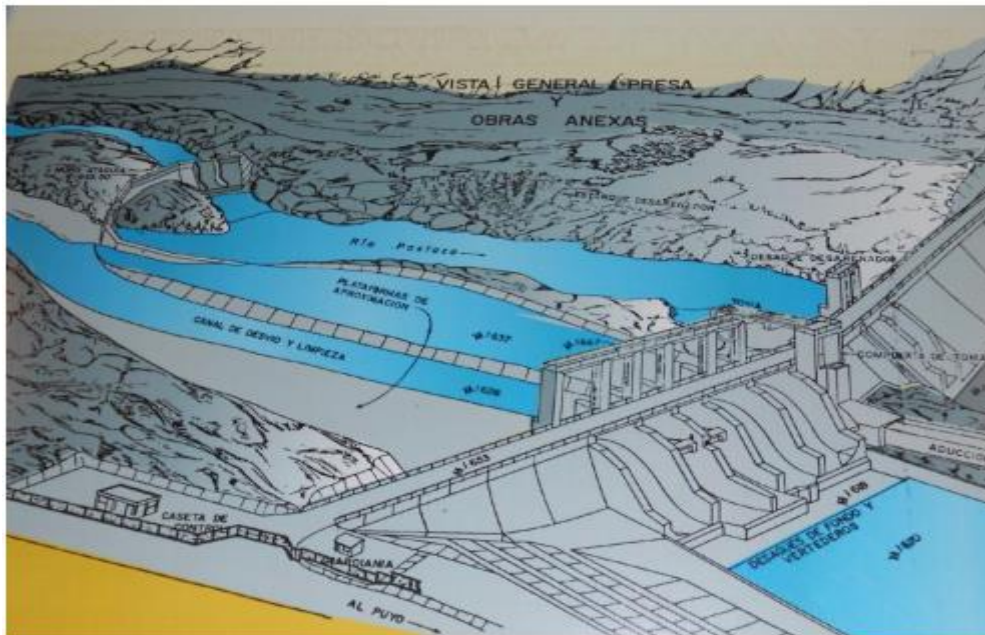
El embalse está localizado en las siguientes coordenadas en el sistema WGS84 son las siguientes: x: 0782000, y: 9849000 una visión general es dado en la figura 2-6. El embalse tiene una capacidad total de almacenamiento de $1.850.000 \text{ m}^3$, de los cuáles 760.000 m^3 corresponden al volumen útil. La cota de nivel máximo es 1651 msnm y la mínima es de 1645 msnm. Debido a la alta cantidad de sedimentos, se realiza el lavado del embalse cada 20 -22 días. El embalse está conformado por (Sánchez Cardenas, 2012):

- Canal de desvío y limpieza de 239 m de longitud.
- Muro Ataguía permanente de una altura máxima de 35 m
- Estanque desarenador, que es de tipo seminatural y forma parte del embalse por medio de un muro ataguía permanente de hormigón en arco y a gravedad, con una

altura de 35 m, elevación de la corona en la cota 1645 m, longitud de corona de 160 m, capacidad de los vertederos de 120 m³/s (Sánchez Cardenas, 2012)

- Plataforma de aproximación

Figura 2-6: Visión general embalse Agoyán



Fuente:(CELEP-EP, 2020)

2.28. Meteorología del embalse Agoyán

El embalse Agoyán está ubicado entre altitudes de 1800 y 3000 msnm, su temperatura está dentro de los 12 a 18°C, recibiendo precipitaciones promedias entre los 100 y 1500 mm. Esta región bioclimática, corresponde a la formación ecológica bosque húmedo Montano Bajo (b.h.M.B.) y bosque muy húmedo Montano Bajo (b.m.h.M.B.) (CELEP-EP, 2020)

2.29. Calidad del agua del embalse Agoyán

En los últimos 25 años la población de la ciudad de baños se ha incrementado, generando un problema de gestión ambiental debido a que este catón no cuenta con una planta de tratamiento de agua residual (Sánchez Cardenas, 2012). Por este motivo agua que llega

al embalse Agoyán contiene las aguas servidas de todas las ciudades ubicadas en la cuenca alta del Pastaza, incluido Baños. Por otro lado, la falta de oxigenación durante la acumulación y estancamiento de este tipo de aguas en el embalse empeora la situación (Sánchez Cardenas, 2012).

El monitoreo biológico de la calidad del agua en el embalse Agoyán indica que las aguas están fuertemente contaminadas, es decir, las familias (grupos taxonómicos) que habitan estas aguas, viven en aguas sucias, con nulo o escaso oxígeno disuelto, materia orgánica y alteración en la flora circundante. El mismo estudio indica que la calidad del agua de los ríos Guambo, Verde Chico y Ulba, son fuentes hídricas de calidad aceptable (CELEP-EP, 2020).

2.30. Embalse de Pisayambo

El embalse de Pisayambo está localizado en la Cordillera Oriental de los Andes, aproximadamente a 35 km. de Píllaro Provincia del Tungurahua. El embalse está ubicado dentro del Parque Nacional Llanganates y forma parte de la central hidroeléctrica pucara (CELEC EP, n.d.).

La extensión global de la zona de influencia del proyecto es de 250 km², con una producción media anual de 230 GWh. La laguna Pisayambo forma el embalse de la central eléctrica, y se encuentra ubicada a una altitud de 3.537 m.s.n.m., la extensión del embalse de Pisayambo es de 4 km de largo y 2,5 km de ancho, su de almacenamiento total tiene un volumen de $1 \cdot 10^8$ m³ de agua, de los cuales $9 \cdot 10^7$ m³ son de volumen útil. La cota de nivel máximo de almacenamiento es de 3565.00 m.s.n.m. y la cota de nivel mínimo de operación es de 3541.00 m.s.n.m. es de 100.706.000 m³ (CELEC EP, n.d.).

2.31. Meteorología del embalse Pisayambo

La temperatura del embalse se encuentra entre 2 °C y 22°C, y tiene un caudal que oscila entre 5.8 m³/s a 13.8m³/s valores que se encuentran en tabla 2-2, la zona donde se encuentra el embalse se caracteriza por su flora y fauna muy acordes a los páramos andinos, especies vegetales como: la chuquiragua, romerillo de páramo, Puliza, Pisag, y especies animales como venados, lobos de paramo, caballos, osos de anteojos, conejos entre otros (CELEC EP, n.d.).

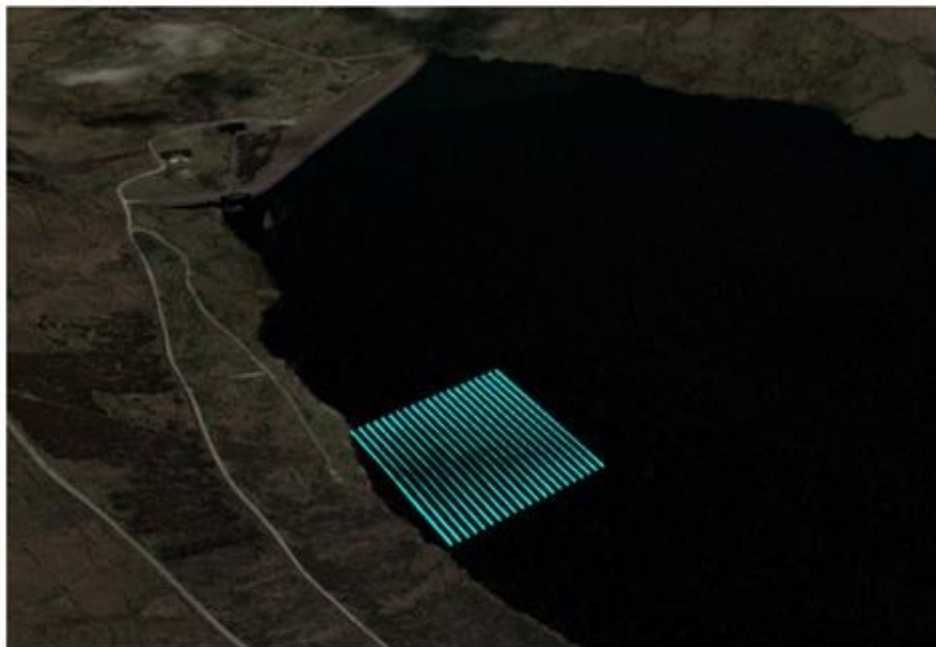
En la figura 2-7 tenemos una visión general del embalse Pisayambo las líneas verticales indican la zona de influencia directa de la planta hidroeléctrica Pucará.

Tabla 2-2 Caudales representativos del embalse Pisayambo

Caudales	Enero	Julio
Caudales con hidrología lluviosa	5.8 m ³ /s	13.8 m ³ /s.
Caudales con hidrología media	5.11m ³ /s	13.6 m ³ /s
Caudales con hidrología seca	2.7 m ³ /s	9.5 m ³ /s

Fuente: (CELEP-EP, 2020)

Figura 2-7: Visión general del embalse Pisayambo



Fuente: (CELEP-EP, 2020)

CAPITULO III

3.1. Metodología

El proyecto se realizó mediante dos fases, en la primera fase se realizó la toma de muestras, la identificación de las zonas de influencia antropogénica, caracterización y conservación de muestras y el procesamiento de datos, mientras que en la segunda fase del proyecto se cuantificó los datos obtenidos y se determinó las fuentes antropogénicas en ambos embalses.

La metodología analítica se realizó mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98, Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras, mientras que, para caracterización físico –química, se realizaron en base en las normas y técnicas que se encuentran establecidas en el (*Standar Methods for Examination of Water and Wastewater*) especificados en el manual de Análisis de Agua, Métodos HACH y juntamente con el manual de procedimiento de los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato.

Actividades Fase 1.

- Se evaluaron las zonas donde se encuentran los embalses, para determinar las posibles fuentes antropogénicas mediante salidas de campo, en las zonas de influencia de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo y evaluando el plan de manejo ambiental de las mismas.
- Caracterización de los principales parámetros que influyen sobre la biodegradación en los embalses dentro de la zona agua-sedimento (NO_3^- , PO_4^{3-} , clorofila, pH, temperatura, conductividad y % de materia orgánica).
- Se tomaron muestras en la zona litoral y en la zona más profunda de los embalses, los parámetros como: temperatura y pH se midieron in situ, para la determinación de los demás parámetros se tomaron muestras discretas, en tres puntos de la columna de agua (superficie, termoclina y fondo en caso de estratificación, y en superficie, medio y fondo en caso de mezcla) este procedimiento se realizó para un mínimo de 5 muestras tomadas en diferentes puntos de los embalses para determinar la heterogeneidad de las muestras a ser analizadas, cada muestra será transportadas al laboratorio y los análisis se realizaron por duplicado en cada submuestras antes tomadas. Esto en el embalse de Agoyán y Pisayambo.

- La toma de muestras se realizará accediendo al embalse mediante una embarcación. Se tomaron las medidas de seguridad oportunas, como es llevar chaleco salvavidas, teléfono móvil, remos etc. Se localizaron los puntos de muestreo mediante GPS y para la recogida de muestras se utilizó instrumentos de muestreo en profundidad como discos, sistemas de conos-bomba o dragas, determinando una red de sitios de muestreo, siguiendo un protocolo de muestreo y elaborando un cronograma para este estudio, para la toma de sedimentos se empleó una draga y trampas de sedimentación.
- Procesamiento de datos obtenidos en los muestreos
- Identificación de los parámetros de influencia. (Herrera et al., 2013).

Actividades Fase 2.

- Se recogerá muestras siguiendo el protocolo de muestreo, las mismas que serán enviadas manteniendo una estricta hoja de custodia a los laboratorios de la UTA.
- Determinación de la relación de la concentración de fósforo y nitrógeno en la interfase agua- sedimento relacionados con los flujos de clorofila de los embalses de Agoyán y Pisayambo efectuando un análisis estadístico se realizó mediante la prueba ANOVA de dos factores, en dónde se evaluó la igualdad de varianzas (homocedasticidad) entre los dos embalses de Pisayambo y Agoyán donde se efectuó el estudio.
- Se Cuantificó los flujos de fósforo y nitrógeno a nivel de la interfase agua-sedimento en los embalses de Agoyán y Pisayambo por medio de la determinación de la carga de nutrientes a base de estimaciones matemáticas para eso fue necesario conocer el área del embalse su caudal y también la concentración de fosfatos y nitratos.
- Se determinó las zonas de influencia de los embalses de Agoyán y Pisayambo y se estableció las posibles fuentes antropogénicas que se encuentran en los alrededores usando la información prestada pro CELEC-EP en su plan de manejo ambiental y realizando visitas de campo a las hidroeléctricas.

3.2.Prueba de Hipótesis

Los efectos de las causas antropogénicas tienen influencia en la eutrofización y la concentración de nitrógeno y fósforo en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo.

3.2.1. Hipótesis nula

No existe relación significativa entre en cuanto las causas antropogénicas y su influencia en la eutrofización y la concentración de nitrógeno y fósforo en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo.

3.2.2. Hipótesis alternativa

Existe relación significativa entre en cuanto las causas antropogénicas y su influencia en la eutrofización y la concentración de nitrógeno y fósforo en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo.

3.3. Población y muestra

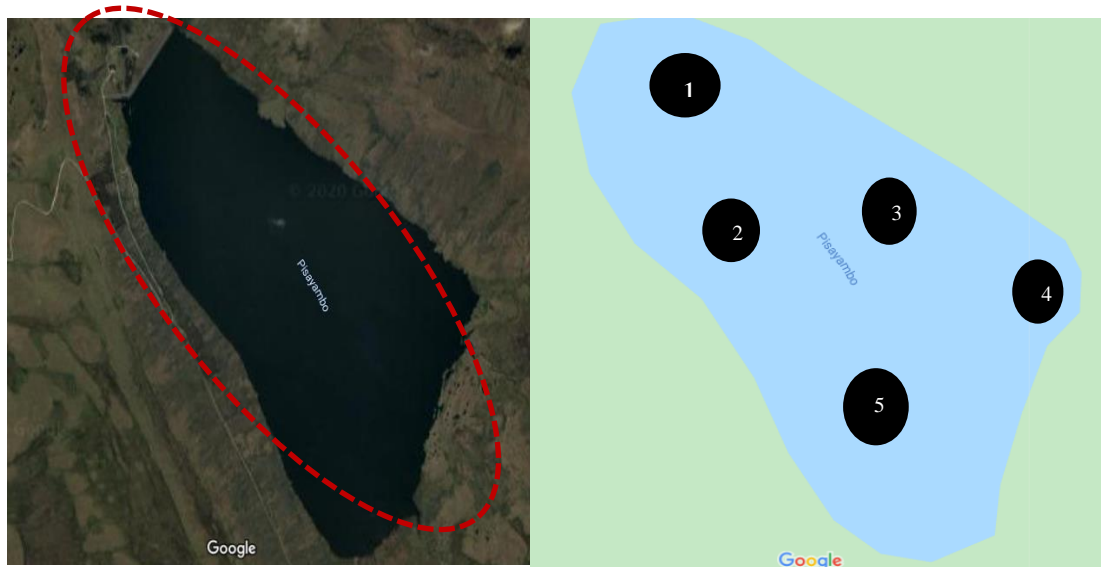
Se tomó muestras en la zona litoral y en la zona más profunda de los embalses como se muestras en las figuras 3-1y 3-2, los parámetros como: temperatura y pH se midieron es situ es decir en la misma área de toma de muestras, para la determinación de los demás parámetros se tomaron muestras simples, en tres puntos de la columna de agua (superficie, termoclina y fondo en caso de estratificación, y en superficie, medio y fondo en caso de mezcla) este procedimiento se realizó en las 5 muestras tomadas en diferentes puntos de los embalses (tabla 3-1) para la evaluación de la heterogeneidad del muestreo se tomó muestras a 3 profundidades, cada muestra fue preservada según el análisis a ser efectuado y almacenada en una cadena de frio según la tabla 3-3 para ser transportadas al laboratorio y los análisis se realizó por duplicado en cada submuestras antes tomadas. Esto se realizó en cada uno de los embalses de Agoyán y Pisayambo.

Tabla 3-1 Determinación de los puntos de muestreo de embalses

Sistema de muestro embalses			
Ítem No. 1	Sitio de muestreo	JUSTIFICATIVOS	TOTAL, DE MUESTRAS
1	AGOYAN	5 puntos de muestreo	5
2	PISAYAMBO	5 puntos de muestreo	5

Para la ubicación de los puntos de muestreo se utilizó mapas del sector además de un GPS para localizar los sitios de muestreo, el acceso se realizó por medio de embarcación a motor y las muestras fueron tomadas para cubrir el área total de los embalses.

Figura 3-1: Puntos de muestreo embalse Pisayambo



Fuente: (CELEP-EP, 2020)



Figura 3-2: Puntos de muestreo embalses Agoyán

Fuente: (CELEP-EP, 2020)

3.4. Parámetros

La selección de parámetros se puede observar en tabla 3-2 los mismos fueron seleccionados por su influencia con la eutrofización de los embalses de Agoyán y Pisayambo.

Se tomó en cuenta que las zonas anaeróbicas, y concretamente las capas profundas de los lagos y lagunas, presentan unas propiedades físico-químicas completamente distintas a las de las aguas más superficiales. Se debe dar una gran relevancia al oxígeno disuelto como parámetro integrador e indicador de procesos biológicos importantes que generalmente se relacionan con su consumo o con su producción.

Para la selección de parámetros debemos tomar en cuenta:

- Análisis *in situ* de las propiedades físicoquímicas
- La conservación de muestras y el análisis de compuestos
- Tipificación de parámetros

Tabla 3-2 Tabla selección de parámetros

Parámetros <i>in situ</i>		
Parámetro	Técnica	Unidades
pH	pH metro	-
Conductividad	Conductímetro	micro Siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Temperatura	Termómetro	$^{\circ}$ Centígrados
Parámetros de Laboratorio		
Nitratos (NO_3^-)	Reducción de cadmio espectrofotometría 4500- NO_3^- E	(mg/L)
Oxígeno disuelto	Método yodometrico	(mg/L)
Fosfato (PO_4^{3-})	Reacción con molibdato espectrofotometría 4500- P^- B	(mg/L)
Clorofila A	Método de APHA 10200H chlorophyll	(mg/L)
Determinación de carbono orgánico en sedimentos	Método de oxidación húmeda- Walkey back 1934	(mg/L)

3.4.1. Determinación de nitratos método de reducción de cadmio 4500-NO₃⁻ E

El método de reducción de cadmio es un método colorimétrico que involucra el contacto del nitrato en la muestra con partículas de cadmio, lo que hace que los nitratos se conviertan en nitritos. Los nitritos luego reaccionan con otro reactivo para formar un color rojo cuya intensidad es proporcional a la cantidad original de nitrato. Luego, el color rojo se mide por comparación con una rueda de colores con una escala en miligramos por litro que aumenta con el aumento del tono del color, o mediante el uso de un espectrofotómetro electrónico que mide la cantidad de luz absorbida por la muestra tratada a un 543 -longitud de onda nanométrica. Luego, el valor de absorbancia se convierte a la concentración equivalente de nitrato utilizando una curva estándar. Los métodos para hacer soluciones estándar y curvas estándar se presentan al final de esta sección (APHA, 2005).

3.4.2. Determinación de fosfatos reacción con molibdato espectrofotometría 4500-P-B

El método propuesto para determinar fosfatos se basa en la formación de un heteropoliácido con el reactivo vanado-molibdico (de color amarillo y soluble en agua) cuya absorción de luz se mide a 420 nm. Para el ortofosfato, la formación de este complejo tiene lugar según la reacción: $(\text{PO}_4)^{3-} + (\text{VO}_3)^- + 11(\text{MoO}_4)^{2-} + 22 \text{H}^+ \leftrightarrow \text{P}(\text{VMo}_{11}\text{O}_{40})^{3-} + 11 \text{H}_2\text{O}$ (1) En esta identificación interfieren concentraciones apreciables de Fe(III), silicato y arseniato, entre otras especies. Es decir, estas especies absorben luz a la longitud de onda utilizada (420 nm, absorción del $\text{P}(\text{VMo}_{11}\text{O}_{40})^{3-}$) (Belarra & Resano, 2011).

Para eliminar dicha interferencia se preparará un blanco (sin fosfato) cuya absorbancia se restará de la del resto de las muestras. Adicionalmente, es posible que la absorbancia del complejo se vea afectada por efectos de matriz. La matriz puede potenciar o atenuar la absorbancia de luz por el complejo, lo cual puede conducir a resultados erróneos. Para minimizar este efecto, aplicaremos el método de adiciones estándar, que consiste en la adición de cantidades crecientes del analito de interés (fosfato en nuestro caso) a una cantidad fija de muestra. Éste procedimiento resulta más efectivo que un calibrado externo (recta de calibrado con disoluciones patrón) cuando la matriz interfiere en la detección (Belarra & Resano, 2011).

3.4.3. Determinación de oxígeno disuelto método yodométrico

Para la determinación del oxígeno disuelto se aplicó el método Winkler o volumétrico, para lo cual se empezó adicionando una muestra de agua previamente colocada en una botella Winkler con 2 ml de solución de sulfato de manganeso $MnSO_4$ y 2 ml de solución álcali yoduro nitrato conocida como (ácida), seguidamente la muestra obtenida se mezcló por inversión. La muestra conseguida se dejó sedimentar por un tiempo de 2 minutos y se añadió 2 ml de ácido sulfúrico H_2SO_4 concentrado. Posteriormente se tomó una alícuota de 100 ml de la muestra tratada, y se colocó en un matraz tiosulfato de sodio $Na_2S_2O_3$ para la titulación correspondiente. En la titulación se obtuvo una coloración marrón pálido, a la cual se adicionó una cantidad mínima de almidón de donde se obtuvo un color azulado opaco, consecutivamente se agitó y se continuó con la titulación hasta desaparición de color azulado (INEN, 2013a).

3.4.4. Determinación de clorofila A

La recolección de la muestra se realizó en los 2 embalses de estudio en este caso Agoyán y Pisayambo, aplicando el método APHA 10200H chlorophyll, donde se evaluó la degradación de clorofila A como variable indicadora de daño inducido por contaminantes ácidos y la calidad de los cuerpos de agua. En cada embalse se estableció 5 puntos ubicados en la zona horizontal que cubrió la totalidad del embalse para la determinación de clorofila A (Balaguer, 2015). Para su determinación se utilizaron algunas técnicas como son la filtración, extracción, centrifugación, la acidificación y la lectura de la muestra en el espectrofotómetro (Alvares, 2021).

3.4.5. Determinación de carbono orgánico en sedimentos por el método de oxidación húmeda Walkey back 1934

Para la determinación del porcentaje de materia orgánica se empezó pulverizando 10 gramos de la muestra del suelo obtenido en los embalses Pisayambo y Agoyán en un mortero, de forma que el polvo resultante pasó por un tamiz de 0,2 mm. Posteriormente se pesó entre 0,5 de muestra (con presencia de menos del 20 mg de C) en un erlenmeyer de 250 mL. Seguidamente se añadió 10 mL de solución 1 N de dicromato potásico

conjuntamente con 20 mL de ácido sulfúrico concentrado. La muestra conseguida se dejó en reposar durante 20 minutos y transcurrido este tiempo se añadió unos 100 ml de agua desmineralizada y se dejó enfriar. Finalmente se añadió 10 ml de ácido fosfórico concentrado conjuntamente con unas 5 gotas del indicador difenilamina y se valoró con solución ferrosa, anotando el volumen gastado y titulando (Abad, 2010).

3.5.Equipos y materiales

3.5.1. Protección personal

Para realizar el muestreo debido a las condiciones climáticas de los embalses de Pisayambo y Agoyán donde la temperatura alcanzó los 8°C, se dispuso de materiales protección personal, de acuerdo con lo establecido en el procedimiento para toma de muestras de agua del (NTE INEN 2226:2013 Agua, Diseño de los Programas de Muestreo).

Materiales de protección personal para toma de muestras en fuentes naturales y superficiales:

- Mochila
- Guantes de caucho
- Linterna
- Chaleco salvavidas
- Cuerda con mosquetón (línea vida)
- Guantes impermeables y térmicos
- Impermeable dos piezas (pantalón y chompa)
- Chompa liviana térmica
- Botas de caucho
- Impermeable dos piezas (pantalón y chompa)
- Chompa térmica
- Casco

3.5.1. Materiales para preservación de muestras

De manera particular las aguas superficiales son susceptibles a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo al comienzo del análisis. La naturaleza y la velocidad de estas reacciones son tales que, si no se toman precauciones antes y durante el transporte,

así como durante el tiempo en el cual las muestras son conservadas en el laboratorio antes del análisis, las concentraciones determinadas en el laboratorio serán diferentes a las existentes en el momento del muestreo (INEN, 2013b).

En ciertos casos es necesario agregar sustancias apropiadas a la muestra para conservarla inalterada durante el manejo y transporte al laboratorio como se muestra en la tabla 3-3. Su aplicación debe ser muy cuidadosa para el efecto se utilizan guantes de caucho, por tratarse de productos químicos que presentan riesgos para la salud por inhalaciones o quemaduras.

Tabla 3-3 Reactivos para la conservación de muestras

Parámetro	Reactivo	Temperatura(°C)	Volumen(cm ³)
Nitratos	-	4 °C	-
Fosfatos	Ácido sulfúrico concentrado (H ₂ SO ₄)	4 °C	2 cm ³

Fuente: (INEN, 2013b)

Se utilizó neveras portátiles (*cooler*) con refrigerantes, son de utilidad para refrigerar y transportar las muestras, evitando la alteración de su naturaleza y características.






3.6. Materiales de campo

Los equipos de campo, corresponde al requerido para obtener los datos en el sitio de muestreo. Los instrumentos son, según el parámetro que se obtiene en el caso de este estudio se utilizaron los siguientes instrumentos se muestran en la tabla 3-4.

Tabla 3-4 Materiales y equipos utilizados en la toma de muestra

Equipo	Descripción	Gráfico
Termómetro	Es un instrumento utilizado para medir la temperatura	

<p>Conductímetro WD-35607-32</p>	<p>Es un sensor de tipo electroquímico utilizado para medir el pH y conductividad, TDS y salinidad</p>	
<p>GPS (Sistema de posicionamiento global)</p>	<p>Proporciona servicios de posicionamiento y navegación en el espacio de muestreo.</p>	
<p>Botella Niskin</p>	<p>Es un muestreador de agua horizontal que sirve para la toma de muestras de lagos, corrientes de agua, o aguas estratificadas.</p>	
<p>Botella Van Dorn</p>	<p>Es equipo que se utiliza en el muestreo, el cual permite la toma de muestras a varias profundidades para incrementar la exactitud del muestreo en cuerpos de agua</p>	
<p>Botella de inmersión</p>	<p>Permite la toma de muestras a profundidades deseadas</p>	

<p>Anemómetro Merck</p>	<p>Instrumento para medir la velocidad del viento y las condiciones climáticas</p>	
<p>Disco Secchi</p>	<p>Es un disco circular blanco liso utilizado para medir la transparencia o la turbidez del agua en los cuerpos de agua.</p>	
<p>Draga metálica</p>	<p>Instrumento utilizado para la recolección de sedimentos</p>	
<p>Bote inflable a motor</p>	<p>Proporcionó transporte y movilidad a los puntos de muestreo</p>	
<p>Frasco Winkler(250ml)</p>	<p>Recipiente especialmente diseñado para la determinación de oxígeno disuelto en agua</p>	

Frasco ámbar(250ml)	Recipiente diseñado para la toma de muestras y su protección de los rayos de sol	
Botella plástica (250ml)	Recipiente para la toma de muestras de aguas superficiales	
Cooler	Preservación y conservación de las muestras a una temperatura determinada	

Todos estos equipos fueron previamente calibrados antes de empezar las mediciones con sus respectivos estándares. Según el Instructivo para la calibración de equipos de campo y medición in situ en las fuentes, captaciones y embalses.

3.6.1. Cuantificación de los flujos de fósforo y nitrógeno en los embalses de Agoyán y Pisayambo

Se Cuantificó los flujos de fósforo y nitrógeno en los embalses de Agoyán y Pisayambo por medio de la determinación de la carga de nutrientes a base de estimaciones matemáticas de acuerdo a (Gil, 2019) para eso fue necesario conocer el área del embalse su caudal y también la concentración de fósforo y nitrógeno.

Podemos denominar IP ($\text{mg}/\text{m}^3 \text{ año}$) a la tasa de carga de nutrientes por unidad de volumen del lago donde V representa el volumen del embalse en m^3

$$IP = \frac{IPF}{V} \quad [3.1]$$

IPF son las cargas nutrientes provenientes del embalse (mg/año), mediante la ecuación 3-4, siendo Q_i el caudal del embalse (m^3 /año) y P_i la concentración de fósforo o nitrógeno en el embalse (mg/m^3).

$$IPF = Q_i * P_i \quad [3.2]$$

3.7. Tipo de investigación

Se utilizó el método de investigación con enfoque exploratorio cuantitativo, debido a que se utilizó diferentes instrumentos y técnicas para la recopilación de datos. A razón de que es muy importante obtener datos fidedignos y concisos, que se encuentren lo más cercano a la realidad.

Se utilizó una metodología de investigación deductiva que se define como una de forma razonar y explicar la realidad partiendo de leyes o teorías generales hacia casos particulares (Bernal, 2010), es decir nos permitirá verificar el fenómeno observado en las aguas de los embalses de Agoyán y Pisayambo. En este proyecto de investigación se utilizó el método deductivo, con el fin de obtener mayor conocimiento sobre los fenómenos y la problemática planteada, esto se conseguirá a través del estudio y análisis de manera general a particular.

También se realizó una investigación de campo, la cual consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables (Hernández Escobar et al., 2018). En el caso del presente proyecto la recolección de datos se realizó en la fuente primaria de los mismos es decir directamente de los embalses de Agoyán y Pisayambo, de tal forma que los datos sean acordes a la realidad.

En este estudio se realizó una búsqueda exhaustiva de información, fundamentada con bibliografía actualizada existente en artículos científicos, libros, tesis, revistas científicas, proyectos anteriores, y profesionales relacionados con el tema, se utilizó motores de búsqueda como el Google scholar o science direct, con el objetivo de recopilar información verídica y sustentar la investigación.

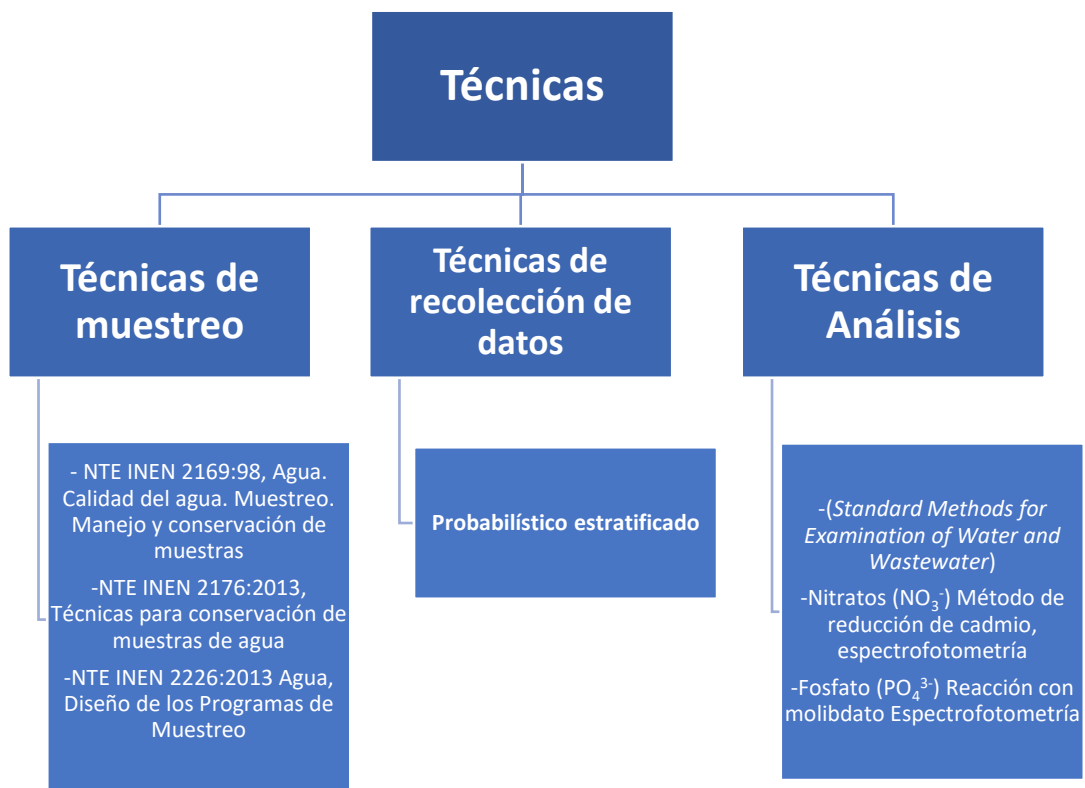
3.8. Recolección de información

Una vez definido los fenómenos, hechos a investigar y así como las condiciones y las muestras donde se aplicó el estudio, a continuación, se seleccionó las técnicas y los instrumentos mediante los cuales se obtuvo la información necesaria para llevar a cabo la investigación.

3.8.1. Técnicas de recopilación de información

Las técnicas son herramientas que hacen referencia a modos específicos de hacer las cosas, permiten desarrollar cada paso del método se pueden observar en la figura 3-3. En el caso de este estudio las técnicas aplicadas se utilizaron para recolección, muestreo y análisis de los datos, a continuación, se muestra las técnicas que se utilizaran en la recolección de datos y su análisis.

Figura 3-3: Técnicas de recolección de datos



3.8.2. Instrumentos de recolección de información

A continuación, se muestran en la tabla 3-5 los instrumentos para la recopilación de los datos que se utilizaron en el estudio, por medio de estos se obtuvo la información necesaria para la identificación de variables, el análisis de resultados, la interpretación y la evaluación de la confiabilidad de los datos

Tabla 3-5 Instrumentos de recolección de información

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION		
Cuaderno de trabajo y lista de chequeo	Se lo utilizó para recopilación de datos y además asegurar los equipos y materiales necesarios para realizar el trabajo de campo.	Directamente en los puntos de muestreo y obtención de resultados in situ
Cadena de custodia	Para muestreo de gases y agua aplicando plan de muestreo.	-Etiquetado y número de las muestras tomadas en el campo -Fecha y hora de la toma de muestras -Fotografías -Almacenamiento y recepción en el laboratorio
Procesamiento de la información	Por parte del Investigador Se utilizó Softwares estadísticos como Originpro 8, R Comander, MiniTab 2019 y Excel	-Análisis de datos Identificación de las variables -Evaluar la confiabilidad de los datos obtenidos -Interpretación de resultados

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Criterios de monitoreo

Los resultados obtenidos en el monitoreo de los embalses de Agoyán y Pisayambo serán comparados con los máximos establecidos en la Tabla 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA RESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS del ANEXO 1 de la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, dado mediante Acuerdo Ministerial 097-A publicado en el Registro Oficial Edición Especial 387 de 4 de noviembre de 2015

4.2. Coordenadas geográficas de los embalses

Es de suma importancia la planificación del muestreo para precisar el punto exacto de la toma de muestras se empleó la ubicación geográfica tanto de los embalses de Agoyán y Pisayambo la misma se realizó a lo largo del ancho por medio del uso de un GPS con el objetivo de posicionar satelitalmente el punto exacto de la toma muestras, las profundidades del agua promedios de Agoyán fue de 7 metros mientras que Pisayambo se tiene una profundidad promedio de 15metros. Para el transporte de muestras se realizó una correcta cadena de custodia, el etiquetado y conserva de las muestras. En las tablas 4-1 y 4-2 se muestran las coordenadas de cada embalse.

Tabla 4-1 Coordenadas muestras Pisayambo

Pisayambo		
Número	Coordenada	Latitud/Longitud
1	079036 09880508	ESG 146° / 3363 msnm
2	078997 38988057	SSE 166° / 5363 msnm
3	078976 99880595	SSE 162° / 5362 msnm
4	079001 89880874	SSE 163° / 3778 msnm
5	079010 98885670	ESG 176° / 3776 msnm

Tabla 4-2 Coordenadas muestras Pisayambo

	Agoyán	
Número	Coordenada	Latitud/Longitud
1	079129 89845287	SSW184° / 1553 msnm
2	079125 69845331	NE 055° / 2089 msnm
3	079120 57843201	SSW182° / 1535 msnm
4	079130 67984305	SSW 098° / 1578 msnm
5	079148 67894324	NE 089° / 2090 msnm

4.3. Caracterización físico- química de los embalses de Agoyán y Pisayambo

Las tablas 4-3 y 4-4 muestran los parámetros in situ de los embalses de Agoyán y Pisayambo la temperatura y la presión muestran valores mayores en el embalse Agoyán a comparación del embalse de Pisayambo esto es a causa a las condiciones climáticas de las zonas y su altitud, la temperatura es considerada importante en los efluentes de agua debido a que al aumentar la temperatura disminuye la solubilidad de oxígeno disuelto es decir el agua no debe estar a un rango de $>3^{\circ}\text{C}$ a la temperatura ambiente de donde proviene el agua (Moya et al., 1984), ya que un incremento drástico de temperatura incrementa el metabolismo de los agentes degradadores que se encuentran en el agua aumentando la putrefacción de especies muertas y con ello la eutrofización, podemos decir que según los datos obtenidos la temperatura de los embalses se encuentra dentro de los promedios obtenidos en las condiciones climáticas de la zona.

El pH en las dos zonas se podría decir que tiende al básico, y está dentro del rango de pH de 5-9 establecido para la preservación de la flora y fauna en agua dulce, se observa un ligero mayor pH en el embalse de Agoyán que puede ser estimado por su mayor contaminación

En cuanto a la visualización de disco Secchi este equipo nos permitió evaluar la turbidez o la transparencia del agua teniendo en cuenta que mientras menor sea la visibilidad del disco mayor será la turbidez del agua, esto se realizó midiendo la visibilidad relativa y la profundidad de luz de agua. De acuerdo con los datos obtenidos en las tablas 4-3 y 4-4 se tiene que en el embalse de Pisayambo se tiene promedio de visualización de disco Secchi de 4 metros que a comparación del embalse de Agoyán se tiene un promedio de 6,8 metros

de visualización de disco Secchi con lo cual nos dice que la turbidez del embalse Pisayambo es más alta presumiblemente a la mayor cantidad de material particulado y a la velocidad del viento del embalse que promueve una menor suspensión de material particulado.

En el parámetro conductividad entre los dos embalses encontramos que en Agoyán se tiene valores elevados esto debido a que posiblemente a una mayor cantidad de iones disueltos en sus aguas y es parámetro que esta relacionado con la contaminación de las aguas , los valores encontrados tienen sentido con los valores de conductividad presentados en (Fernández & Schenone, 2010).

Tabla 4-3 Parámetros *in situ* del embalse Pisayambo

CODIGO DE MUESTRA PISAYAMBO (Px-P)	P (hPa)	T agua (°C)	pH	Velocidad del viento (m/s)	Visualización Secchi (m)	Conductividad (µS/cm)
P1-P	664.5	9	7.83	5.1	5	98.4
P2-P	669.1	9.2	8.18	4.2	4	95.3
P3-P	669.4	10.2	8.15	4.3	4	96.2
P4-P	668.9	11.4	8.8	3.3	3,5	95.1
P5-P	664.6	11.4	7.5	4.8	3.5	94
Promedio	667,3	10,22	8,092	4,34	4	95.8

Tabla 4-4 Parámetros *in situ* del embalse Agoyán

CODIGO DE MUESTRA AGOYAN (Px-A)	P (hPa)	T agua (°C)	pH	Velocidad del viento (m/s)	Visualización Secchi (m)	Conductividad (µS/cm)
P1-A	841.4	17.7	8.38	2.4	12	115.2
P2-A	841.3	16	8.45	2.2	8	119.3
P3-A	841.2	16.1	8.15	2.3	5	120
P4-A	841.4	15.6	8.01	2.4	6	114.8

P5-A	841.3	15.1	8.12	2.6	3	116.2
Promedio	841,32	16,1	8,22	2,38	6,8	117.1

En las tablas 4-5 y 4-6 se muestran el promedio de concentración de nitratos y fosfatos encontrados en los embalses de Agoyán y Pisayambo.

Tabla 4-5 Promedio de concentración de nitratos y fosfatos en el embalse de Pisayambo
(Envirnovalab)

CODIGO DE MUESTRA PISAYAMBO (Px-P)	Nitratos (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Fósforo medio (mg/m³)
P1-P	0.200	0.523	170.92
P2-P	0.200	0.516	168.63
P3-P	0.200	0.452	147.71
P4-P	0.200	0.469	153.27
P5-P	0.200	0.459	150.00
Promedio	0.200	0.483	158.10

Tabla 4-6 Promedio de concentración de nitratos y fosfatos en el embalse de Agoyán
(Envirnovalab)

CODIGO DE MUESTRA AGOYAN (Px-A)	Nitratos (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Fósforo medio (mg/m³)
P1-A	0.200	0.448	146.41
P2-A	0.390	0.487	159.15
P3-A	0.200	0.498	162.75
P4-A	0.200	0.563	183.99
P5-A	0.200	0.498	162.75
Promedio	0.238	0.498	163.01

La producción primaria de fitoplancton está relacionada con las tasas de producción-consumo de nitrógeno y fósforo (Montalvo et al., 2010) en los cuerpos de agua por esta causa fue necesario su estudio en los embalses de Agoyán y Pisayambo, con el objetivo de observar su comportamiento y si estos nutrientes están afectando en la eutrofización de estos cuerpos de agua.

El metabolismo neto de nitrógeno y fósforo en cuerpos de agua no fue muy variable, y sin relación aparente con las fuentes antropogénicas presentes en los alrededores ni otras variables bióticas y abióticas, evidenciando la complejidad de los procesos involucrados. En las tablas 4-5 y 4-6 se observa que los datos obtenidos de nitratos y fosfatos en la columna de agua no se encontraron diferencias importantes entre los dos embalses, cabe recalcar que el contenido de nitrógeno y fósforo en los embalses esta relaciona con la producción de materia orgánica y el contenido de fósforo en los dos embalses se encuentra por encima de la norma que establece límites para fosfatos es 0.1-0.2 mg/L, el fósforo es un factor de descomposición orgánica, es decir las concentraciones de 0.483 mg/L en el embalse de Pisayambo y de 0.498 mg/L en el embalse de Agoyán estos valores se encuentran fuera de los limite permisibles e intervienen en limitar el oxígeno y la luz a los organismo acuáticos además, de ser una fuente de nutrientes para el crecimiento de algas y la eutrofización en las aguas de los embalses (Hernández & Márquez., 1991). El fósforo y sus niveles en el embalse Agoyán está plenamente relacionado con la producción primaria y las actividades antropogénicas por su generación de una mayor cantidad de nutrientes que se podrían relacionar con los desechos textiles e industriales de las provincias cercanas como Tungurahua y Chimborazo, la escorrentía y lixiviación de fertilizantes de las cuencas agrícolas del rio Pastaza, la presencia de aguas negras del catón baños entre otras fuentes antropogénicas que afectan al contenido de fosfatos en los embalses antes descritos.

La poca variabilidad de nitrógeno y fósforo en los embalses es debido a que el metabolismo de estos nutrientes es complejo, involucrando al fito, zoo y bacterio-plancton, que consumen y liberan nitrógeno y fósforo en varias formas según su modo alimentario, estado fisiológico, fuentes antropogénicas de contaminación y el efecto complejo de variables ambientales.

Según (Sanchez et al., 2000) el nitrato se considera un producto intermediario de nitrificación bacteriana del amonio y es consumido y transformado en nitrato en presencia de oxígeno, el fitoplancton y las bacterias asimilan el nitrógeno en forma de nitratos por

desnitrificación y lo libera por nitrificación de amonio, el contenido de nitrógeno tanto en el embalse de Agoyán y Pisayambo no es preponderante y tiene valores promedios de 0.238 mg/L y 0.200 mg/L respectivamente, por lo que en el caso de estudio se puede decir que no tiene una influencia mayor en el proceso de eutrofización debido a que la desnitrificación, que implica asimilación bacteriana del nitrato y su liberación como dióxido nitroso, por lo general se presenta en sistemas anóxicos o en el sedimento lo cual no sucede en los embalses estudiados, lo que concuerda con (Navas et al., 2003) donde se especifica que el nitrógeno incide más en la eutrofización en sistemas de agua salada o sistemas marinos además el nitrógeno al ser más móvil que el fósforo puede ser eliminado a través del aire por evaporación de amoníaco o ser lavado a través del suelo y sedimentos.

Según (Nixon, 1990) los nutrientes que más afectan el proceso de eutrofización son los fosfatos. El nitrógeno incide más en la eutrofización en sistemas marinos o de agua salada, mientras que el fósforo tiene una influencia mayor en la eutrofización en sistemas acuáticos de agua dulce demostrando que la influencia del fósforo en los embalses de Agoyán y Pisayambo es más notoria al ser ambos cuerpos de agua dulce. En la tabla 4-7 se presentan los resultados de porcentaje de materia orgánica encontrados en los sedimentos de ambos embalses.

Tabla 4-7 Porcentaje de materia orgánica encontrado en los sedimentos de los embalses de Agoyán y Pisayambo (Envirnovalab).

Punto de muestreo	Ubicación	% Materia orgánica	Ubicación	% Materia orgánica
P1-A	Agoyán	1,007	Pisayambo	1,573
P2-A	Agoyán	1,037	Pisayambo	1,392
P3-A	Agoyán	1,139	Pisayambo	1,855
P4-A	Agoyán	2,406	Pisayambo	2,407
P5-A	Agoyán	0,409	Pisayambo	4,976
	Promedio de materia orgánica total	1,19		2,44

En la Tabla 4.7 se muestran los resultados del porcentaje de materia orgánica en los diferentes puntos de los embalses Agoyán y Pisayambo según (Sanchez et al., 2000) se manifiesta que la materia orgánica que se encuentra en estado de descomposición de los embalses o lagunas es el factor principal o predominante para la evaluación del estado eutrófico y además son parte fundamental para el análisis del comportamiento de los ecosistemas acuáticos. Además, este factor determina la calidad del agua y es una variable para remediar y disminuir el estrés antropogénico a los cuerpos de agua impidiendo el deterioro de la biodiversidad y remediación en los resultados obtenidos tenemos un mayor porcentaje de materia orgánica en el embalse Pisayambo con un valor de 2,44% a comparación de Agoyán que tiene un valor de 1,19%, esto puede a causa a la mayor superficie del embalse de Pisayambo y el mayor tiempo de residencia de sus aguas que a comparación del embalse de Agoyán al ser una represa cada cierto periodo de tiempo sus aguas son evacuadas debido a esto en Pisayambo se presume una mayor cantidad materia orgánica que son transportadas a sus sedimentos además de presentar un mayor cantidad de turbidez.

Tabla 4-8 Parámetros embalse Pisayambo (Envirnovalab)

Punto	Cl-a (mg/m³)	R1 Cl-a (mg/m³)	Oxígeno disuelto (mg/L)
P ₁ -P	4.272	4.543	3.18
P ₂ -P	17.088	15.654	3.15
P ₃ -P	0.0	0.0	3.03
P ₄ -P	2.136	1.763	3.20
P ₅ -P	6.408	5.430	3.14
\bar{x}	5.981	5.480	3.14

Tabla 4-9 Parámetros embalse Agoyán

Punto	Cl-a (mg/m³)	R1 Cl-a (mg/m³)	Oxígeno disuelto (mg/L)
P ₁ -A	5.340	6.434	3.35
P ₂ -A	18.156	19.034	3.25
P ₃ -A	0.0	1.032	3.25
P ₄ -A	14.418	13.454	3.09
P ₅ -A	0.0	0.970	3.07
\bar{x}	7.58	8,18	3.202

En la tabla anterior se muestran los datos de concentración de Cl-a, materia orgánica y oxígeno disuelto de los embalses de Agoyán y Pisayambo. en el análisis de estos datos se tiene que la cantidad de clorofila A, mide la concentración de fitoplancton presente en los embalses y también determina la biomasa que se muestras en los cuerpos de agua respecto a la contaminación. La determinación de clorofila A es uno de los factores más importantes para evaluar la cantidad de materia orgánica producida en los embalses y está directamente relacionada con el nivel trófico y la eutrofización. En base a los resultados obtenidos en las tablas 4-7 y 4-8 se puede decir que el embalse Agoyán tiene un valor más elevado de la clorofila A lo que determina una biomasa mayor (Ledesma et al., 2013). Presumiendo que el embalse de Agoyán según (Moreno et al., 2010) que presentan niveles de clorofila entre 2.6 - 56 mg/m³ corresponden a un cuerpo de agua mesotrófico

Según (Beltrán et al., 2012) la distribución de oxígeno disuelto en masas de agua está limitado por parámetros como la presión atmosférica, la temperatura, la salinidad, factores biológicos, la superficie de contacto entre otros aspectos, el OD es importante en el agua debido a que regula procesos metabólicos en los seres vivos acuáticos, comparando los valores de las tablas 4-7 y 4-8 encontramos que este parámetro no varía considerablemente en los dos embalses mostrando valores de 3.202 mg/L en el embalse de Agoyán y 3.14 en Pisayambo, los valores obtenidos teóricamente son menores a los

esperados, dada la solubilidad del oxígeno en agua pura, en equilibrio con la atmósfera saturada de humedad y para las condiciones de temperatura y presión existentes en el punto de muestreo mostrados en el (APHA, 2005).

Según (Fuentes Rivas et al., 2015), la materia orgánica se caracteriza por estar compuesta por partículas macroscópicas, macromoléculas, compuestos coloides disueltos en el agua, la materia orgánica en un cuerpo de agua es esencial para determinar su nivel de contaminación y sus condiciones físico-químicas. De acuerdo a (Betancourt et al., 2008) los componentes principales de la materia orgánica en las aguas dulces son sustancias húmicas, carbohidratos y aminoácidos, en las aguas naturales puede ser originada por la descomposición del material biológico procedente de animales, plantas y microorganismos además, la materia orgánica puede generarse por vertidos humanos, desechos de alimentos, aguas negras, escurrimientos agrícolas e industriales es decir fuentes antropogénicas generadas por el hombre.

Los resultados observados en las tablas 4-7 y 4-8 tienen un contenido promedio de materia orgánica en los sedimentos del embalse de Pisayambo de 2.44% mientras que en el embalse de Agoyán tenemos un valor 1.20 % un dato contradictorio debido a que se considera que el nivel de contaminación según los resultados obtenidos es mayor en el embalse de Agoyán estos datos de un porcentaje menor de materia orgánica pueden ser debido a que el reservorio de agua es limpiado cada cierto tiempo dependiendo de los caudales de agua y las condiciones climáticas, es decir que el agua en el embalse de Agoyán se mantiene corriente lo que no permite el almacenamiento de materia orgánica a diferencia del el embalse de Pisayambo donde el agua permanece retenida un mayor tiempo lo que favorece a la descomposición de material biológico, además se puede argumentar que el menor contenido de sedimento en el embalse Agoyán indica que el sedimento que llega a Agoyán no tiene origen principalmente la eutrofización sino que esta posiblemente relacionado al arrastre de sedimentos con menor contenido de materia orgánica. En cambio, en Pisayambo se puede presumir que la principal fuente de materia orgánica es la clorofila y los procesos de degradación que genera.

Tabla 4-10 Valores límites para la clasificación trófica de cuerpos de agua

Categoría trófica	Cl-a (mg/m³)	PT medio (mg/m³)	DS (m)	TSI
Oligotrófico	0,04-0,94	0,75-6	64-8	0-30
Mesotrófico	2,6-20	12-48	4-1	40-60
Eutrófico	56-427	96-384	0,5-0,12	70-90
Hipertrófico	>427	768	0,06	90-100

Fuente: modificado de (Moreno et al., 2010)

En la tabla 4-10 se tienen los valores límites de clasificación trófica, en comparación con la concentración media de clorofila, según la tabla 4-8 y 4-9 nos indican que los embalses Agoyán y Pisayambo están en la categoría mesotrófica, es decir, ambos embalses tienen características del agua que son favorables para la vida acuática presentando una variedad de plantas sumergidas, pero de limitado crecimiento caracterizado en el nivel mesotrófico. (López & Madroño, 2015). Mientras si comparamos con las tablas 4-5 y 4-6 con el contenido de fósforo total tenemos valores de 163,01 y 158,10 mg/m³ para el embalses de Agoyán y Pisayambo, es decir está dentro del rango del nivel eutrófico en este estado se tiende a limitar el oxígeno disuelto, debido al crecimiento de una gran cantidad de plantas, cuando estos cruzan la excesiva cantidad de nutrientes, se produce el debate de respiración por la gran cantidad de vegetación, estos valores de fósforo presumiblemente es debido a la contaminación antropogénica en los embalses y a que este tipo de sistemas son muy variables en la cantidad de nutrientes. Además, los datos de TSI para Agoyán y Pisayambo fueron de 78,60 y 77,16 lo que concuerda con clasificación eutrófica de los embalses.

4.4. Análisis estadístico de la concentración de fosfatos y nitratos en los embalses de Agoyán y Pisayambo

El análisis estadístico se realizó mediante la prueba ANOVA de dos factores, en dónde se evaluó la igualdad de varianzas (homocedasticidad) entre los dos embalses de Pisayambo y Agoyán donde se efectuó el estudio. En las tablas siguientes se muestran los resultados de las pruebas de ANOVA para los flujos de nitrógeno y fósforo de los embalses y relacionarlos con la concentración de clorofila.

Tabla 4-11 ANOVA para la diferenciación significativa de flujos de: nitratos Agoyán (mg/L); nitratos Pisayambo (mg/L)

RESUMEN					
<i>Factor</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Desv.Est.</i>	<i>IC de 95%</i>	
Nitratos Agoyán (mg/L)	5	0,2380	0,0850	(0,1760; 0,3000)	
Nitratos Pisayambo (mg/L)	5	0,2000	0,0000	(0,1380; 0,2620)	
Clorofila Agoyán (mg/L)	5	5,98	7,08	(1,63; 10,33)	
Clorofila Pisayambo (mg/L)	5	7,04	5,83	(2,69; 11,39)	
ANÁLISIS DE VARIANZA					
<i>Fuente</i>	<i>GL</i>	<i>SC Ajust.</i>	<i>MC Ajust.</i>	<i>Valor F</i>	<i>Probabilidad</i>
Factor	1	0,003610	0,003610	1,00	0,347
Error	8	0,028880			
Total	9	0,032490			

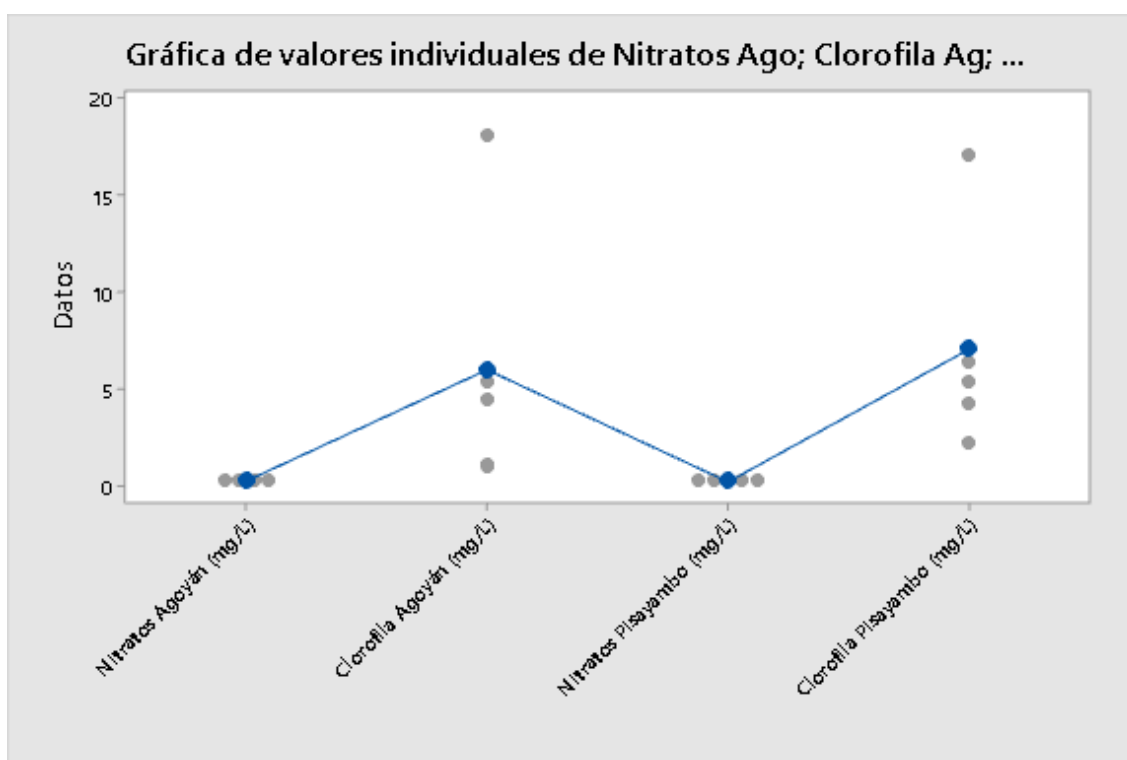
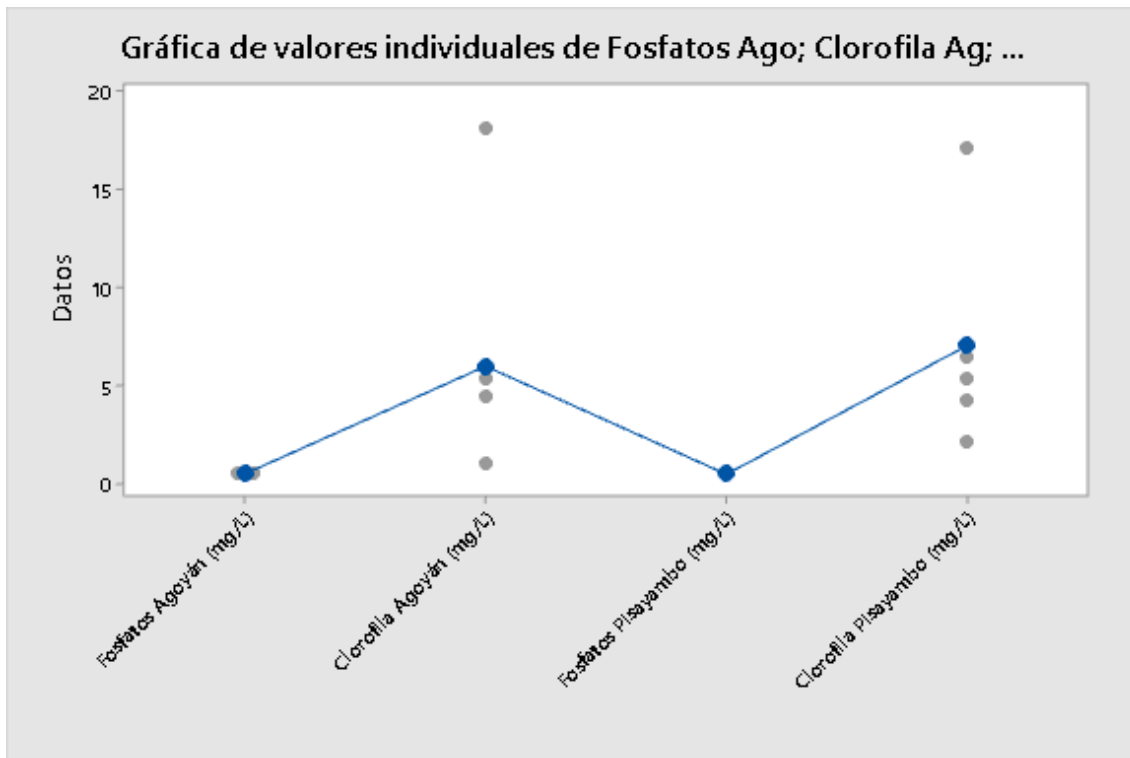


Tabla 4-12 ANOVA para la diferenciación significativa de flujos de: fosfatos Agoyán (mg/L); fosfatos Pisayambo (mg/L)

RESUMEN					
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	
Fosfatos Agoyán (mg/L)	5	0,4988	0,0414	(0,4601; 0,5375)	
Fosfatos Pisayambo (mg/L)	5	0,4838	0,0332	(0,4451; 0,5225)	
Clorofila Agoyán (mg/L)	5	5,98	7,08	(1,63; 10,33)	
Clorofila Pisayambo (mg/L)	5	7,04	5,83	(2,69; 11,39)	
ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	0,000562	0,000562	0,40	0,545
Error	8	0,011262	0,001408		
Total	9	0,011824			



De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de la prueba de ANOVA para los flujos de nitrógeno y fosforó que se muestran en la Tabla 4.11 y tabla 4,12 se observa una probabilidad o P-valor de 0,347 y de 0,545 respectivamente que es mayor al nivel de significación de 0,05 por lo cual se rechaza la hipótesis inicial (H_0) y se puede manifestar existe relación significativa entre en cuanto las causas antropogénicas y su influencia en la eutrofización y la concentración de fósforo y nitrógeno en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo además, el análisis estadístico nos indica que la distribución es normal, es decir hay una relación directa en la forma que se genera la eutrofización y los flujos de fosfatos y nitratos encontrados en la hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo. Además, se encontró que de acuerdo con la prueba (ANOVA) los promedios de flujos de Nitratos en Pisayambo tenemos valores de 0,200 (mg/L) y en Agoyán es de 0,2380 (mg/L), lo que nos indica un mayor flujo de nitratos en Agoyán con respecto a Pisayambo, lo que está relacionado con los factores antropogénicos que se observan y se estudiaron en los alrededores del embalse Agoyán. Mientras que para los promedios de flujos de fosfatos en el embalse Pisayambo obtenemos valores de 0,4988 (mg/L) y en Agoyán es de 0,4838 (mg/L), lo que nos indica que no hay una diferencia significativa entre los flujos de fosfatos en Agoyán con respecto a Pisayambo.

4.5. Determinación de las fuentes antropogénicas en el embalse de Agoyán y Pisayambo

El grado de interrelación de las fuentes antropogénicas que se define como las actividades, operaciones, procesos e instalaciones de la Central Hidroeléctrica Agoyán y sus alrededores, que generan un impacto ambiental en el embalse. Estas fuentes fueron utilizadas como criterio principal para establecer el área de influencia directa e indirecta en el embalse.

El área de influencia es aquella donde todos los espacios físicos en las cuales los impactos se presenten de forma evidente, en donde se define como impacto ambiental a la alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en un componente del medio, por consecuencia de una acción o actividad del ser humano.

En base al Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyectos y Actividades Eléctricas del CONELEC, el área de influencia directa se define como “el territorio en el que se manifiestan los impactos ambientales directos, es decir aquellos que se producen en el mismo lugar en el que se ocurre la acción generadora del impacto ambiental, y al mismo tiempo, o en tiempo cercano, al momento de la acción que provocó el impacto” (CONELEC, 2005)

Por tanto, la definición del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto está influenciada por el alcance geográfico de los efectos o impactos socioambientales que se manifiestan de forma evidente, dentro del territorio de influencia de los embalses de Agoyán y Pisayambo

Dentro del área de estudio se tomó en cuenta aspectos ecológicos, geográficos, socioculturales y técnicos, que incluyeron zonas de descarga, vías de acceso, edificaciones anexas a la central, tramos y sectores del proyecto, los cuales son parte complementaria del mismo y se encuentran a 1651 m.s.n.m. La topografía del lugar es montañosa e irregular, siendo típica la presencia de quebradas y ríos parte de las microcuencas circundantes al embalse Agoyán; florísticamente, los alrededores han sido intervenidos con actividades antrópicas quedando pocos relictos de vegetación natural. La cobertura vegetal está compuesta por especies herbáceas, matorrales, arbustivas y remanentes boscosos (Sánchez Cardenas, 2012).

4.6. Determinación de las fuentes antropogénicas en el embalse de Agoyán

El embalse del Complejo Hidroeléctrico Agoyán, está alimentado en un principio por los ríos Chambo y Patate, las mismos dan origen al río Pastaza, posteriormente entre el sector de las juntas (unión ríos Patate y Chambo) y la casa de máquinas, se suman a su cauce los ríos Vazcum, San Pablo, Ulba, Blanco y Verde Chico. A estos afluentes se unen las quebradas Capogoleira, Guambo, y Chanhuaryacu (Sánchez Cardenas, 2012).

Tabla 4-13 Zonas de influencia antropogénica en el embalse Agoyán

AREA	DESCRIPCION
A1	Cuencas Chambo y Patate
A2	Embalse Agoyán
A3	Vazcum, Ríos San Pablo, Verde Chico, Ulba y Blanco
A4	Hidroeléctrica Hidroagoyán

Tabla 4-14 Fuentes antropogénicas influyentes en el embalse de Agoyán

Fuente	Código	fuentes antropogénicas	Descripción
Cuencas Chambo y Patate	A1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultura (Carga de nitrógeno y fósforo de fertilizantes) ▪ Ganadería ▪ Drenaje urbano ▪ Descarga de efluentes domésticos ▪ Descarga de efluentes industriales ▪ Aguas grises ▪ Erosión de las áreas cercanas ▪ Desechos solidos 	La zona 1 se caracteriza por contener los efluentes de los ríos Patate y Chambo que arrastra gran contenido orgánico debido a que zonas áreas de producción de, agrícola industrial y ganadera, es una de las zonas tiene la

			mayor parte de la influencia antropogénica en el embalse Agoyán
Ríos San Pablo, Vazcum, Ulba, Verde Chico y Blanco	A3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descarga de efluentes domésticos ▪ Aguas grises ▪ Agricultura ▪ Explotación del suelo ▪ Erosión de las áreas cercanas 	Aportan con efluentes de zonas agrícolas cercanas sus ríos que desembocan en el embalse Agoyán
Embalse Agoyán	A2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultura ▪ Drenaje urbano ▪ Descarga de efluentes domésticos ▪ Vías acceso y circulación 	Constituye el área de influencia total del embalse y todos sus efluentes que desembocan en el mismo
Hidroeléctrica Hidroagoyán	A4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aguas grises ▪ Instalaciones de almacenamiento de combustibles y/o sus derivados ▪ Residuos líquidos y lodos aceitosos generados durante actividades de mantenimiento de equipos, maquinarias y vehículos ▪ Aguas Grises 	Instalaciones de la hidroeléctrica también son fuentes de contaminación que se expulsa directamente en el embalse.

4.7. Determinación de las fuentes antropogénicas en el embalse de Pisayambo

Las áreas de influencias antropogénica en el embalse Pisayambo a diferencia del embalse Agoyán están determinadas en mayor parte por la hidroeléctrica Pucara debido a que el embalse se encuentra en un área protegida por el ministerio de ambiente y la influencia del ser humano es mínima en esta área.

Tabla 4-15 Zonas de influencia antropogénica en el embalse Pisayambo

AREA	DESCRIPCION
B1	Ríos Pisayambo, Agualongopungo, Talatag y Quillopaccha
B2	Embalse Pisayambo
B3	Paramo, Quebradas Tunguilarca y Chinisacha
B4	Hidroeléctrica Pucara

Tabla 4-16 Fuentes antropogénicas influyentes en el embalse de Pisayambo

Fuente	Código	fuentes antropogénicas	Descripción
Ríos Pisayambo, Agualongopungo, Talatag y Quillopaccha	B1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganadería ▪ Erosión de las áreas cercanas 	El área B1 se caracteriza por ser una zona de producción ganadera los desechos producidos por los animales generan una fuente de fósforo y nitrógeno que por medio de la escorrentía y las lluvias desembocan

			en el embalse Pisayambo
Embalse Pisayambo	B2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efluentes de estructuras de drenaje, cunetas y demás desagües ▪ Residuos Sólidos 	<p>Dentro del embalse Pisayambo la influencia antropogénica es menor debido al ser un área controlada los desechos ingresados son mínimos, pero se considera los desechos sólidos dejados por turistas y personal de la hidroeléctrica deben ser controlados, además a los desechos e impactos generados por la respiración del zooplancton y de los peces</p>
Paramo, Quebradas Tunguilarca y Chinisacha	B3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultura ▪ Erosión de las áreas cercanas a las quebradas Tunguilarca y Chinisacha 	<p>El Área B3 está constituida por las Quebradas y paramos cercanos al embalse como principal fuente antropogénica encontramos la erosión proveniente</p>

			de las quebradas Tunguilarca y Chinisacha
Hidroeléctrica Pucara	A4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalaciones de almacenamiento de combustibles y/o sus derivados ▪ Efluentes de estructuras de drenaje, cunetas y demás desagües ▪ Residuos líquidos y lodos aceitosos generados durante actividades de Mantenimiento de equipos, maquinarias y vehículos ▪ Aguas Grises 	Instalaciones de la Hidroeléctrica también son fuentes de contaminación que es controlada según el PMA de la hidroeléctrica

4.8.Determinación de los flujos de nitrógeno y fósforo en los embalses de Agoyán y Pisayambo

Para la determinación del flujos de fósforo y nitrógeno en embalse se tomó un caudal promedio de 5,11 m³/s en Agoyán (Morales, 2015), mientras que el embalse Pisayambo presenta un caudal promedio de 2,85 m³/s (Paucar & Amacha, 2015) así como otros valores que se observan en la tabla 4-18.

Tabla 4-18 Datos de para determinar el flujo de fósforo y nitratos en los embalses de Agoyán y Pisayambo

Embalse	Fósforo promedio (mg/m ³)	Caudal(m ³ /año)	Volumen útil de embalse (m ³)	Nitrógeno promedio (mg/m ³)
Agoyán	163,01	1,58 *10 ⁸	760000	53,76
Pisayambo	158,10	8,86*10 ⁷	90000000	45,18

Fuente: (CELEP-EP, 2020)

Se aplicaron las ecuaciones 3.1 y 3.2 dadas en el punto 3.8.2 tenemos lo siguiente:

$$IPF = Qi * PT$$

$$IPF = 1,58 * 10^8 \frac{m^3}{año} * 163,01 \frac{mg}{m^3}$$

$$IPF = 2,58 * 10^{10} \frac{mg}{año} \text{ de fósforo en el embalse Agoyán}$$

Aplicando la ecuación 3-2 se tiene:

$$IP = \frac{IPT}{V}$$

$$IP = \frac{2,58 * 10^{10} \frac{mg}{año}}{760000m^3}$$

$$IP = 33888,92 \frac{mg}{año * m^3} \text{ de fósforo en el embalse Agoyán}$$

Resolviendo las ecuaciones para cada uno de flujos se tiene los resultados expresados en la tabla 4-19.

Tabla 4-19 Flujos de fósforo y nitrógeno en los embalses de Agoyán y Pisayambo

Embalse	Flujo fósforo (mg/m³*año)	Flujo de nitrógeno (mg/m³*año)	Flujo de fósforo (mg/año)	Flujo de nitrógeno (mg/año)
Agoyán	33888,92	11176,63	2,58*10 ¹⁰	8,49*10 ⁹
Pisayambo	155,72	45,18	1,40*10 ¹⁰	4,07*10 ⁹

Según los datos obtenidos en la tabla anterior se puede observar que los flujos de fósforo y nitrógeno en (mg/m³*año) en el embalse e Agoyán son superiores en comparación al embalse Pisayambo, este puede ser debido a la mayor superficie de Pisayambo y su menor caudal de entrada, se puede decir que la mayor cantidad de N y P en embalses Agoyán está relacionada de la escorrentía de los ríos y o de las descargas de desechos presentadas en la zona lo que muestra su potencial de eutrofización los datos encontrados concuerdan con flujos de fosforo y nitrógeno encontrados en(Tappin, 2002).

CAPITULO V

5.1. Conclusiones

- Se determinó la relación existente entre la concentración de fósforo, nitrógeno y la materia orgánica que tiene relación con la producción de fitoplancton evaluada con la concentración de clorofila A, la relación existente se realizó por medio de mediante la prueba ANOVA de dos factores, en dónde se evaluó la igualdad de varianzas (homocedasticidad) entre los dos embalses de Pisayambo y Agoyán. De acuerdo con los resultados obtenidos en las Tabla 4.11 y tabla 4,12 nos indican que existe relación significativa entre la producción de fitoplancton y los flujos de nitrógeno, fósforo y la materia orgánica en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo, además, el análisis estadístico nos indica que la distribución es normal, es decir hay una relación directa en la forma que se genera fitoplancton y los flujos de nitratos y fosfatos encontrados en la hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo.
- Se estableció la influencia de las fuentes antropogénicas en el grado de eutrofización de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo. Los niveles de concentración de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno en las aguas superficiales y subterráneas, tiene gran influencia en la proliferación de procesos de eutrofización de los embalses de Pisayambo y Agoyán. El metabolismo neto de los flujos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica entre ambos cuerpos de agua (Pisayambo, Agoyán) no fue muy variable, y sin relación aparente con las fuentes antropogénicas presentes en los alrededores y, evidenciando la complejidad de los procesos involucrados. Para evaluar las fuentes antropogénicas dentro del área de estudio y su zona de influencia, se tomó en cuenta aspectos ecológicos, geográficos, socioculturales y técnicos, que incluyeron zonas de descarga, vías de acceso, edificaciones anexas a la central, tramos y sectores del proyecto que se encuentra reflejadas en las tablas 4.14-4.14-4.15 y 4.16 donde el embalse del complejo Hidroeléctrico Agoyán, está influenciado en un inicio por las cuencas Chambo y Patate, las cuales dan origen al río

Pastaza, posteriormente entre el sector de las juntas (unión ríos Chambo y Patate) y la casa de máquinas, se suman a su cauce los ríos San Pablo, Vazcum, Ulba, Verde Chico y Blanco(Sánchez Cardenas, 2012). A estos efluentes se suman las quebradas Guambo, Capogoleira y Chanhuaryacu. En cambio, que para el embalse Pisayambo las zonas de influencia están determinadas en mayor parte por la hidroeléctrico Pucara, quebradas, Ríos Pisayambo, Agualongopungo, Talatag y Quillopaccha, los factores antropogénicos del embalse Pisayambo resulto ser menor en comparación a Agoyan debido a que el embalse se encuentra en un área protegida por el ministerio de ambiente y la influencia del ser humano es mínima en esta área.

- Se cuantificaron los flujos de fósforo y nitrógeno a nivel de la interfaz agua-sedimento en los embalses de Agoyán y Pisayambo que se observan en las tablas 4-19. El contenido de los flujos nitrógeno y fósforo en el embalse de Agoyán presenta los valores siguientes de 11176,63 mg/m³*año y 33888,92 mg/m³*año respectivamente, mientras que en el embalse Pisayambo se tiene flujos nitrógeno y fósforo con valores de 45,18 mg/m³*año y 155,72 mg/m³*año, estos valores nos indican el potencial de eutrofización de los embalses mostrando un mayor contenido de nitrógeno y fósforo en embalse Agoyán a comparación del embalse Pisayambo.

5.2.Recomendaciones

- Se recomienda evaluar la concentración de nitrógeno y fósforo semestralmente en las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo y, para establecer una comparación con los resultados obtenidos para evaluar los cambios que puede producir la época del caudal del agua en la eutrofización de los embalses.
- Se recomienda evaluar la relación entre la eutrofización de los embalses los flujos de nitrógeno y fósforo generados por las fuentes antropogénicas y su relación con las emisiones de metano y dióxido de carbono en los embalses de Agoyán y Pisayambo de manera de encontrar una relación entre estos factores.
- Se recomienda que todos los efluentes (domésticos e industriales) que se descarguen a un cuerpo de agua dulce, de las hidroeléctricas de Agoyán y Pisayambo deben cumplir con los límites establecidos en la Tabla 12 del Anexo 1 del Libro VI del TULAS.
- Establecer modelos de predicción del estado trófico por medio de la relación de nutrientes de fósforo y nitrógeno y establecer herramientas para el manejo de la contaminación de los embalses
- Se recomienda que las empresas de Agoyán y Pisayambo utilicen plan de manejo ambiental enfocado a controlar los efluentes de poblaciones cercanas a las hidroeléctricas y las fuentes antropogénicas que generan un mayor flujo de contaminantes que influyen en la contaminación del agua y su eutrofización
- Implementación de un plan de manejo ambiental enfocado en la eliminación de efluentes industriales y domésticos en las zonas de influencia del embalse que podrían ser fuente de contaminación generada por el hombre
- Se recomienda la creación de una planta de tratamiento de agua residuales que trate los efluentes de origen domestico del catón baños y sus alrededores.

- Se recomienda el uso de sensores electrónicos para la determinación de oxígeno disuelto, turbidez y otros parámetros de campo para obtener datos mas significativos de los embalses.

5.3. BIBLIOGRAFIA

- Abad, R. M. (2010). *Análisis de biodisponibilidad de sustancias peligrosas en sedimentos*.
- Alonso, M., Corregidor, D., & Palau, A. (2010). Análisis del ciclo de carbono en embalses y su posible efecto en el cambio climático. Aplicación al embalse de Susqueda. *Fundación Para El Fomento de La Ingeniería Del Agua.*, 17(3), 9.
- Alvares, D. (2021). *Determinación de clorofila A como indicador de polución en los embalses de las hidroeléctricas Agoyán y Pisayambo por el método espectrofotométrico UV - visible*.
- APHA. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *Standard Methods*. <https://doi.org/ISBN 9780875532356>
- Aranda Cirerol, N., Comín, F. A. (Francisco A. ., Herrera Silveira, J. A., Menéndez López, M., & Universitat de Barcelona. Departament d'Ecologia. (2004). *Eutrofización y calidad del agua de una zona costera tropical*. Universitat de Barcelona.
- Balaguer, L. (2015). *Alteraciones de los pigmentos fotosintéticos , de la fluorescencia de las clorofilas y de la ultraestructura de líquenes expuestos a dióxido de azufre y nitrato*.
- Belarra, M. Á., & Resano, M. (2011). *Introducción a la Química Analítica* (Vol. 23).
- Beltrán, R., Ramírez, J. P., & Palacios, J. (2012). Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto en la presa Picachos, Sinaloa, México. *SciELO - Scientific Electronic Library Online*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972012000100012&script=sci_arttext
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. In *México: Editorial Mc ...*
- Betancourt, C., Suárez, R., limnetica, L. T.-, & 2009, undefined. (2008). Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y químicas en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. *Ddd.Uab.Cat*, 27(2), 23–34. <https://ddd.uab.cat/record/40120>

- Bostrom, B., Jansson, M., & Forsberg, C. (1982). Phosphorus release from lake sediments. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 1982. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10014709122/>
- Camargo, J. A., & Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas*, 16(2), 1–13. <https://doi.org/10.7818/457>
- CELEC EP. (n.d.). *Central Púcara*. Retrieved May 25, 2021, from <https://www.google.com/search?q=embalse+de+agoyan+plan+de+manejo+ambiental&oq=embalse+de+agoyan+plan+de+manejo+ambiental&aqs=chrome..69i57j0l57j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- CELEP-EP. (2020). *Información Técnica Embalse Agoyán*. <https://www.celec.gob.ec/hidroagoyan/index.php/centrales/agoyan/informacion-tecnica>
- Centi, G., & Perathoner, S. (1995). Introducción a la química ambiental. In *Applied Catalysis A: General* (Vol. 132, Issue 2).
- Cloern, J. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 223–253. <https://doi.org/10.3354/meps210223>
- Corredor, J. E., Howarth, R. W., Twilley, R. R., & Morell, J. M. (1999). Nitrogen cycling and anthropogenic impact in the tropical interamerican seas. In *New Perspectives on Nitrogen Cycling in the Temperate and Tropical Americas* (pp. 163–178). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4645-6_8
- De Vicente, I., & Cruz-Pizarro, L. (2003). Estudio de la carga externa e interna de fósforo y aplicación de modelos empíricos de eutrofización en las aguas de la Albufera de Adra. *Limnetica*, 22(2), 165–181.
- Devlin, M., Bricker, S., & Painting, S. (2011). Comparison of five methods for assessing impacts of nutrient enrichment using estuarine case studies. *Biogeochemistry*, 106(2), 177–205. <https://doi.org/10.1007/s10533-011-9588-9>
- Fernández, A., & Schenone, N. (2010). Calidad de agua en embalses tradicionales de Argentina. *Asociación de Universidades Grupo Montevideo*, 1, 45–66.

- Fuentes Rivas, R. M., Ramos Leal, J. A., & Jiménez Moleón, M. del C. (2015). Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000300005
- Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., Asner, G. P., Cleveland, C. C., Green, P. A., Holland, E. A., Karl, D. M., Michaels, A. F., Porter, J. H., Townsend, A. R., & Vörösmarty, C. J. (2004). Nitrogen cycles: Past, present, and future. *Biogeochemistry*, 70(2), 153–226. <https://doi.org/10.1007/s10533-004-0370-0>
- García-Gil, L. J., & Camacho, A. (2001). Anaerolimnología: Pequeña guía para el muestreo en aguas microaeróbicas y anóxicas en lagos y embalses estratificados. In *Limnetica* (Vol. 20, Issue 1, pp. 179–186). <https://doi.org/10.23818/limn.20.17>
- García Miranda, F. G., & Miranda González, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. *Impacto Socio-Ambiental, Territorios Sostenibles y Desarrollo Regional Desde El Turismo*.
- Gil, R. I. (2019). *Eutrofización. Carga crítica de fósforo Apellidos, nombre Inmaculada Romero Gil*. <http://hdl.handle.net/10251/116293>
- Hernández, C. A., & Márquez., G. E. (1991). Producción primaria en el ecosistema Ciénaga Grande de Santa Marta, laguna costera del Caribe colombiano. *Trianea*, 4, 385–407. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Hernández%2C+C.+A.+y+G.+E.+Márquez.+1991.+Producción+primaria+en+el+ecosistema+Ciénaga+Grande+de+Santa+Marta%2C+laguna+costera+del+Caribe+colombiano.+Trianea&btnG=
- Hernández Escobar, A. A., Ramos Rodríguez, M. P., Placencia López, B. M., Indacochea Ganchozo, B., Quimis Gómez, A. J., & Moreno Ponce, L. A. (2018). Metodología de la investigación científica. In *Metodología de la investigación científica*. <https://doi.org/10.17993/ccyll.2018.15>
- Herrera, J., Rojas, J. F., Rodríguez, S., Rojas, A., & Beita, V. H. (2013). Determinación

- de emisiones de metano en tres embalses hidroeléctricos en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 0(46), 27–36. <https://doi.org/10.15359/rca.46-2.3>
- INEN. (2013a). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1106 : 2013. I*, 14.
- INEN. (2013b). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169: 2013 Agua, Calidad de agua, Muestreo Manejo y Conservación de Muestras. *Instituto Ecuatoriano De Normalización*.
- Jakobsen, José Gómez, Jesús Mercado Carmona Jesús García Lafuente, F. M. (2010). *TESIS DOCTORAL EVALUACIÓN DEL ESTADO DE EUTROFIZACIÓN DEL MAR ALBORÁN MEDIANTE EL EMPLEO COMBINADO DE IMÁGENES DE SATÉLITE Y DE MUESTREOS IN SITU DOCTORANDO*. Servicio de Publicaciones y Divulgación Científica. <http://orcid.org/0000-0002-5976-588X>
- Khan, F., botánica, A. A.-L. revisión, & 2005, undefined. (2005). Eutrofización: una visión ecológica. *Springer*. [https://link.springer.com/article/10.1663/0006-8101\(2005\)071\[0449:EAEV\]2.0.CO;2](https://link.springer.com/article/10.1663/0006-8101(2005)071[0449:EAEV]2.0.CO;2)
- LCWA. (2018). Trophic State Index (TSI). *Lake County Water Atlas*, 69(March), 1. http://www.lake.wateratlas.usf.edu/shared/learnmore.asp?toolsection=lm_tsi
- Ledesma, C., Bonansea, M., Rodriguez, C. M., & Delgado, A. R. S. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). *Revista Ciencia Agronomica*, 44(3), 419–425. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000300002>
- Metcalf, W., & Eddy, C. (2003). *Metcalf and Eddy Wastewater Engineering: Treatment and Reuse McGraw Hill. New York, NY*.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Acuerdo Ministerial 097-A. *Registro Oficial Del Ecuador*, 097.
- Montalvo, J., Arnaud, E. P., Martínez, M., & García, I. (2010). *Compuestos de nitrógeno y fósforo en las aguas superficiales de tres zonas de la plataforma marina cubana*. <https://aquadocs.org/handle/1834/3667>
- Morales, E. (2015). *SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO PARA LA LIMPIEZA DE LAS REJAS EN LA TOMA DE CARGA DE LA REPRESA DE LA CENTRAL*

HIDROELÉCTRICA AGOYAN.

- Moreno, D., Jacqueline, Q., & Armando, L. (2010). Metodos para identificar , diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *ContactoS* 78, 25–33. <http://www.academia.edu/download/55283074/eutrofia2.pdf>
- Moreta, J. (2008). La Eutrofización De Los Lagos Y Sus Consecuencias. *Books.Google.Com.*
- Moya, G., Balears, G. R.-B. de la S. d’Història N. de les, & 1984, undefined. (1984). Evolución del contenido de oxígeno disuelto en las aguas de los embalses de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Estudio comparado. *Raco.Cat*, 28, 81–94. <https://www.raco.cat/index.php/BolletiSHNBalears/article/download/170856/244873>
- Navas, G., Zea, S., Océánides, N. C.-C., & 2003, U. (2003). FLUJO DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LA INTERFASE AGUA-SEDIMENTO EN UNA LAGUNA COSTERA TROPICAL (CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA. *Sistemas.Cicimar.Ipn.Mx.* <http://sistemas.cicimar.ipn.mx/ojs/index.php/cicimaroceanides/article/view/5>
- Nixon, S. (1990). Eutrofización marina : un problema internacional creciente . *Ambio*. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10003671916/>
- Paucar, M., & Amacha, P. (2015). Estimación de emisiones de metano producidas por embalses de las Centrales Hidroeléctricas en Ecuador. *Universidad Técnica de Ambato*, 2(November), 9.
- Pérez, M., & Ponce, A. (2013). *VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA ACM0001 PARA LA PROPUESTA DE UN PROYECTO MDL EN EL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN MEJÍA.*
- Ramírez, J., & González, R. (2012). Establecimiento del nutriente limitante con base en los cambios de la estructura del embalse fitoplanctónico en un embalse tropical colombiano. *LIMNOLOGÍA*, 34(2), 421–441.
- RAPAL. (2010). Contaminación y eutrofización del agua. In *Virtual Pro2*.
- Redfield, A. C. (1958). “The biological control of chemical factors in the environment”,. *American Scientist*, 205–221.

- Rivera, C., Zapata, Á., Pinilla, G., Donato, J., Chaparro, B., & Jiménez, P. (2005). DE LA CLOROFILA -a MEDIANTE LOS MÉTODOS ESPECTROFOTOMÉTRICO Y FLUOROMÉTRICO Comparison of Spectrophotometric and Fluorometric Measurements of Chlorophyll -a. *Acta Biológica Colombiana*, 10(2), 95–103.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. In *Editorial Universidad de Antioquia* (Vol. 2).
- Ruiz Thelma. (2017). *Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del estado de sonora, México.* 120. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/503/1/ruiz_t.pdf
- Ryan, S. A., Roff, J. C., & Yeats, P. A. (2008). Development and application of seasonal indices of coastal-zone eutrophication. *ICES Journal of Marine Science*, 65(8), 1469–1474. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn121>
- Sánchez-España, J., Mata, M. P., Vegas, J., Morellón, M., Rodríguez, J. A., Salazar, Á., Yusta, I., Chaos, A., Pérez-Martínez, C., & Navas, A. (2017). Anthropogenic and climatic factors enhancing hypolimnetic anoxia in a temperate mountain lake. *Journal of Hydrology*, 555, 832–850. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.10.049>
- Sánchez Cardenas. (2012). *Actualización del Plan de Manejo Ambiental para la Central Hidroeléctrica Agoyán.* 1–110. https://www.celec.gob.ec/hidroagoyan/phocadownloadpap/AMBIENTAL/PMA_Agoyn.PDF
- Sánchez, J. (2008). Sedimentación en embalses. In *Manual de Ingeniería de Ríos* (p. 57).
- Sanchez, R., Science, S. Z.-C. J. of, & 2000, U. (2000). Metabolismo de nitrógeno y fósforo inorgánicos disueltos en la columna de agua en una laguna costera tropical (Caribe Colombiano). *Researchgate.Net*. https://www.researchgate.net/profile/Sven-Zea/publication/235965711_Metabolismo_de_nitrogeno_y_fosforo_inorganicos_disueltos_en_la_columna_de_agua_en_una_laguna_costera_tropical_Caribe_colombiano/links/02e7e514e284294f9d000000/Metabolismo-de-nitrogeno-y-f
- Tappin, A. D. (2002). An Examination of the Fluxes of Nitrogen and Phosphorus in Temperate and Tropical Estuaries: Current Estimates and Uncertainties. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(6), 885–901.

<https://doi.org/10.1006/ECSS.2002.1034>

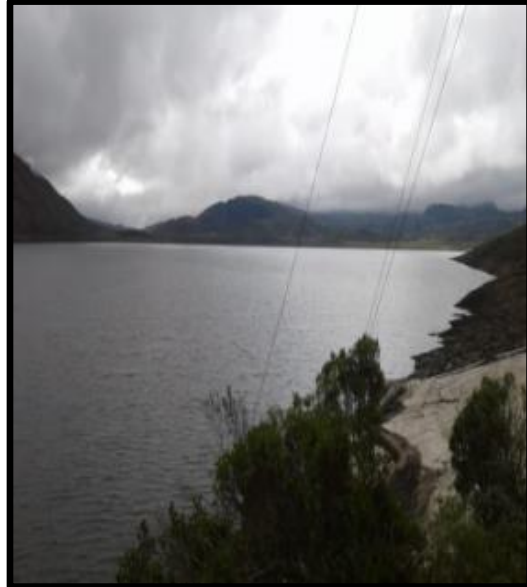
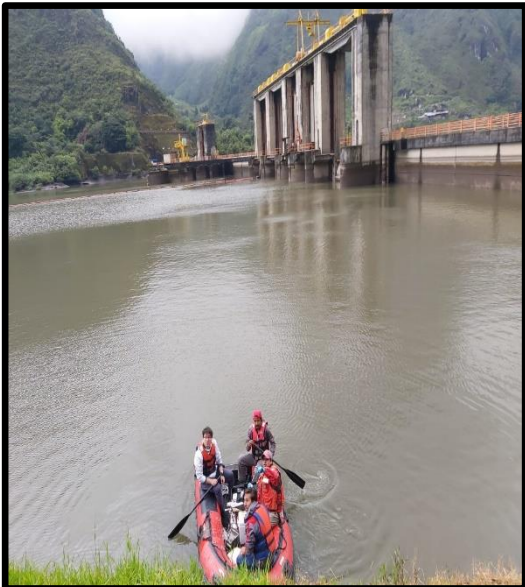
Wepener, V. (2007). Carbon, nitrogen and phosphorus fluxes in four sub-tropical estuaries of northern KwaZulu-Natal: Case studies in the application of a mass balance approach. *Water SA*, 33(2), 203–214.
<https://doi.org/10.4314/wsa.v33i2.49062>

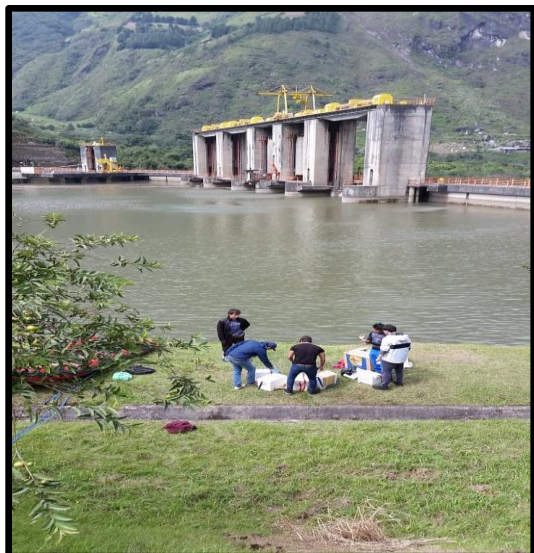
Zouiten, H. (2012). Análisis mediante modelado avanzado de procesos de eutrofización en lagunas litorales: aplicación a masas de agua atlánticas y mediterráneas. In *TDR (Tesis Doctorales en Red)*.

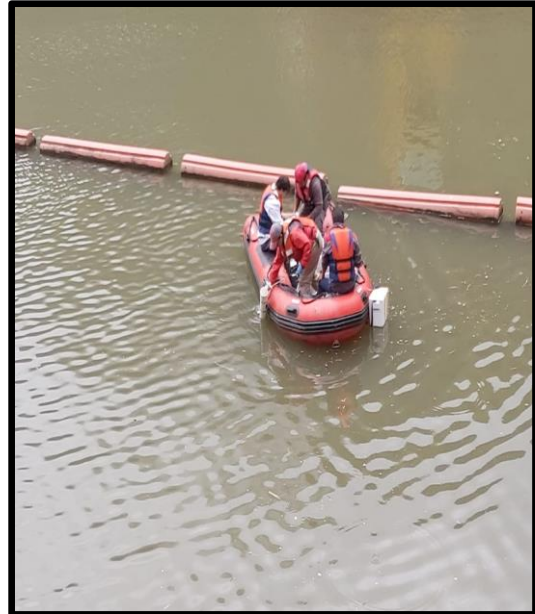
5.4.ANEXOS

ANEXOS

Anexo I. Toma y recolección de muestras







Anexo II. Informe de los resultados obtenidos sobre la materia orgánica de los embalses de Agoyán y Pisayambo

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-105				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-105	Punto 1 Agoyan	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079129 89845287	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	1.007	---		
Notas: Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AII.1 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 1 de Agoyán.

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-106				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-106	Punto 1 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	079035 09880508	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	1.573	---		
Notas: Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE I EN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AII.2 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 1 de Pisayambo.

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-107				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-107	Punto 2 Agoyán	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyán	079125 69845331	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	1.037	---		
Notas: Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE I EN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AII.3 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 2 de Agoyán.


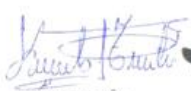

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-108				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-108	Punto 2 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	078997 38988057	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	1.392	---		
Notas: Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AII.4 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 2 de Pisayambo.

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-109				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-109	Punto 3 Agoyan	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079120 57843201	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	1.139	---		
Notas: Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AII.5 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 3 de Agoyán.




		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-110				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACION	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-110	Punto 3 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	078976 99880595	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	1.855	---		
Notas: Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab						
			 CARLOS TITUAÑA ANALISTA			
						

Figura AII.6 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 3 de Pisayambo.

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-111				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACION	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-111	Punto 4 Agoyan	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079130 67984305	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	2.406	---		
Notas: Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab						
			 CARLOS TITUAÑA ANALISTA			
						

Figura AII.7 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 4 de Agoyán.



		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-112				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-112	Punto 4 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	079001 89880874	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	2.407	---		
Notas: Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab						
				 CARLOS TITUAÑA ANALISTA		

Figura AII.8 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 4 de Pisayambo.



		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-113				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-113	Punto 5 Agoyan	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079148 07894324	sedimento
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	0.409	---		
Notas: Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab						
				 CARLOS TITUAÑA ANALISTA		

Figura AII.9 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 5 de Agoyán.

CODIGO LABORATORIO		IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-114		Punto 5 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	079010 98885670	sedimento

PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	4.976	---

Notas:
 Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab


 CARLOS TITUAÑA
 ANALISTA

Figura AII.10 Resultados de materia orgánica obtenida en el punto 5 de Pisayambo.

CODIGO LABORATORIO		IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
S20-114		Punto 5 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	079010 98885670	sedimento

PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE
MATERIA ORGANICA*	WALKLEY BLACK 1934	%	4.976	---

Notas:
 Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab


 CARLOS TITUAÑA
 ANALISTA

Anexo III. Informe de los resultados obtenidos sobre la concentración de fosfatos y nitratos de los embalses de Pisayambo

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-133				
Cliente:	CARLOS MUJON					
Teléfono:	0995636099					
Dirección:	Ambato					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	12/08/2020 8:00					
Periodo de análisis:	12/08/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACION	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-133	PS Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	079010 9888570	---
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.200	No aplica		
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.459	No aplica		
Notas: Envirovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE SM: Standard Methods Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Envirovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Envirovalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AIII.1 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 1 de Pisayambo.

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-134				
Cliente:	CARLOS MUJON					
Teléfono:	0995536099					
Dirección:	Ambato					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	12/08/2020 8:00					
Periodo de análisis:	12/08/2020-27/08/2020					
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-134	P1 Agoyan	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079129 89845287	---
RESULTADOS						
PARÁMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.200	No aplica		
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.448	No aplica		

Notas:
 Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 SM: Standard Methods
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab


 CARLOS TITUAÑA
 ANALISTA



Figura AIII.2 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 2 de Pisayambo.

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-183				
Cliente:	HUGO SANCHEZ					
Teléfono:	0987983888					
Dirección:	Riobamba					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	26/07/2020 15:45					
Periodo de análisis:	26/07/2020-27/08/2020					
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-183	P3 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	078976 99880595	agua superficial
RESULTADOS						
PARÁMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
OXIGENO DISUELT*	PE-23 SM 4500-O C, Ed. 23 2017	mg/l	3.03	No aplica		

Notas:
 Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 SM: Standard Methods
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab


 CARLOS TITUAÑA
 ANALISTA



Figura AIII.3 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 3 de Pisayambo.

CODIGO LABORATORIO		IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACION	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-132		P4 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	079001 89680874	---

PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.400	No aplica
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.469	No aplica

Notas:
 Envirovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 SM: Standard Methods
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Envirovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Envirovalab


 CARLOS TITUAÑA


Figura AIII.4 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 4 de Pisayambo.

CODIGO LABORATORIO		IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACION	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-133		P5 Pisayambo	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Pisayambo	079010 8885670	---

PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.200	No aplica
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.459	No aplica

Notas:
 Envirovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 SM: Standard Methods
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Envirovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Envirovalab


 CARLOS TITUAÑA
 ANALISTA


Anexo IV. Informe de los resultados obtenidos sobre la concentración de fosfatos y nitratos de los embalses de Agoyán

Codigo Laboratorio		Identificación de la muestra		Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Ubicación	Coordenadas UTM	Observaciones
A20-134		P1 Agoyan		No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079129 89845287	---

Parametro	Metodo/Referencia	Unidades	Resultados	Incertidumbre
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.200	No aplica
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.448	No aplica

Notas:
 Envirovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 SM: Standard Methods
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Envirovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Envirovalab


 CARLOS TITUAÑA
 ANALISTA



Figura AIV.1 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 2 de Agoyán.

Codigo Laboratorio		Identificación de la muestra		Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Ubicación	Coordenadas UTM	Observaciones
A20-135		P2 Agoyan		No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079125 69845331	---

Parametro	Metodo/Referencia	Unidades	Resultados	Incertidumbre
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.390	No aplica
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.487	No aplica

Notas:
 Envirovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040
 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE
 SM: Standard Methods
 Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados
 Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada
 Envirovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Envirovalab


 CARLOS TITUAÑA
 ANALISTA



Figura AIV.2 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 2 de Agoyán

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-136				
Cliente:	CARLOS MUYÓN					
Teléfono:	0995636099					
Dirección:	Ambato					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	12/08/2020 8:00					
Periodo de análisis:	12/08/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-136	P3 Agoyán	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyán	079120 57843201	---
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.200	No aplica		
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.498	No aplica		
Notas: Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE SM: Standard Methods Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AIV.3 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 3 de Agoyán

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-137				
Cliente:	CARLOS MUYÓN					
Teléfono:	0995636099					
Dirección:	Ambato					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	12/08/2020 8:00					
Periodo de análisis:	12/08/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-137	P4 Agoyán	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyán	079130 67984305	---
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.200	No aplica		
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.563	No aplica		
Notas: Environovalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEN 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE SM: Standard Methods Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Environovalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Environovalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AIV.4 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 4 de Agoyán

		INFORME DE RESULTADOS No. 2020-138				
Cliente:	CARLOS MUYON					
Teléfono:	0995636099					
Dirección:	Ambato					
Fecha emisión de informe:	11/09/2020					
Muestra tomada por:	Cliente					
Procedimiento de Toma de muestras:	---					
Fecha y hora de recepción de muestras:	12/08/2020 8:00					
Periodo de análisis:	12/08/2020-27/08/2020					
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	UBICACION	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES
A20-138	PS Agoyan	No indicado por el cliente	No indicado por el cliente	Agoyan	079148 67894324	---
RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE		
NITRATOS*	4500-NO3-E, SM Ed. 23 2017	mg/l	<0.200	No aplica		
FOSFATOS*	4500-P B, SM Ed. 23 2017	mg/l	0.498	No aplica		
Notas: Enviro novalab, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE Acreditación No. SAE LEM 18-040 Los ensayos marcados con (*) No están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE SM: Standard Methods Las muestras serán descartadas 15 días después de la entrega del informe de resultados Los valores reportados en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada Enviro novalab declina toda responsabilidad por el uso de los resultados presentados Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de Enviro novalab						
 CARLOS TITUAÑA ANALISTA						

Figura AIV.5 Resultados de fosfatos y nitratos obtenido en el punto 5 de Agoyán