

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EVALUACIÓN DE LA EUTROFIZACIÓN DE LA
LAGUNA CONOCOCHA – ANCASH” A AGOSTO
DE 2012**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

BACH. ANA CECILIA DIAZ MEDINA
BACH. LENIN FABIO SOTOMAYOR MAGUIÑA

ASESORES

DR. EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS
M.Sc. ELADIO GUILLERMO TUYA CASTILLO

Huaraz, Ancash, Perú

Julio 2013



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en la fecha en el Auditorium de la FCAM-UNASAM en el Acto Académico de Sustentación de la Tesis "EVALUACION DE LA EUTROFIZACION DE LA LAGUNA CONOCOCHA - ANCASH A AGOSTO DE 2012", para optar el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL, que presenta la Bachiller ANA CECILIA DIAZ MEDINA; y habiendo atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

APROBADA

con el calificativo de: QUINCE (15)

En consecuencia, queda en condiciones de ser APROBADO por el Consejo de Facultad y recibir el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

De conformidad con los Artículos 16°, 47°, 48, 50°, 52°, 55° y 57° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo"

Huaraz, 09 de Agosto de 2013

M.Sc. ALFREDO WALTER REYES NOLASCO

Presidente

Jurado de Sustentación

Dr. PRUDENCIO CELSO HIDALGO CAMARENA

Secretario

Jurado de Sustentación

M.Sc. ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR

Vocal

Jurado de Sustentación

Dr. EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS

Asesor

M.Sc. ELADIO GUILLERMO TUYA CASTILLO

Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en la fecha en el Auditorium de la FCAM-UNASAM en el Acto Académico de Sustentación de la Tesis "EVALUACION DE LA EUTROFIZACION DE LA LAGUNA CONOCOCHA - ANCASH A AGOSTO DE 2012", para optar el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL, que presenta el Bachiller **LENIN FABIO SOTOMAYOR MAGUIÑA**; y habiendo atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

APROBADO

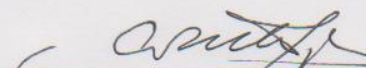
con el calificativo de: *QUINCE* (15)

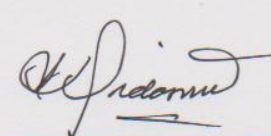
En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el título de:

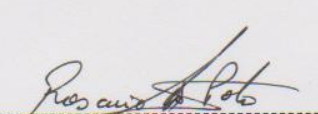
INGENIERO AMBIENTAL

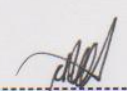
De conformidad con los Artículos 16°, 47°, 48, 50°, 52°, 55° y 57° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo"

Huaraz, 09 de Agosto de 2013


M.Sc. **ALFREDO WALTER REYES NOLASCO**
Presidente
Jurado de Sustentación


Dr. **PRUDENCIO CELSO HIDALGO CAMARENA**
Secretario
Jurado de Sustentación


M.Sc. **ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR**
Vocal
Jurado de Sustentación


Dr. **EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS**
Asesor


M.Sc. **ELADIO GUILLERMO TUYA CASTILLO**
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, mi familia y mi pareja, que son parte esencial en mi vida.

Ana Cecilia Diaz Medina

A mis padres, mi pareja, mi hijita y mis hermanos, quienes me impulsan en el día a día para ser mejor profesional y sobre todo mejor persona.

Lenin Fabio Sotomayor Maguiña

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro señor por iluminar nuestro camino y poder seguir con nuestra investigación.

A nuestros padres por el apoyo continuo que ha permitido culminar nuestros estudios.

Al Químico Mario Leyva Collas por su apoyo incondicional de principio a fin en la elaboración de nuestro trabajo de Investigación.

A nuestros asesores por su apoyo y compartir sus conocimientos, guiándonos para que nuestra investigación sea fructífera.

Al Dr. Raúl Loayza por el apoyo con el laboratorio de la Universidad Cayetano Heredia.

A los miembros del jurado por su tiempo, sus observaciones y sugerencias.

RESUMEN

La laguna Conococha está ubicada en la cordillera de los Andes, al lado noroeste del Perú. Está emplazada sobre la meseta homónima en la Región Ancash en la provincia de Recuay, a una altitud de 4050 msnm con coordenadas: 10°07'40"S 77°17'02"O, con acceso a Huaraz- Conococha carretera asfaltada 90 Km de distancia; enmarcada actualmente entre actividades ganaderas y poblacionales, las cuales año tras año vienen alterando y acelerando su envejecimiento; esto debido a la presencia de animales que toman el agua del lugar, la ganadería que en época de lluvia arrastra las heces de los animales a la laguna Conococha, los residuos generados por la población depositadas a la laguna Conococha, el vertimiento directo de las aguas residuales, conllevando a una acelerada eutrofización.

El objetivo principal del trabajo fue determinar el nivel de eutrofización de la laguna Conococha - Ancash, a agosto de 2012; para ello se evaluó el nivel de eutrofización o nivel trófico actual de la laguna Conococha aplicando metodologías para la determinación por cada variable (Organization for Economic Cooperation and Development, 1982, American Public Health Association, 1981 y Carlson-1977), para lo cual se realizó una distribución de la laguna en seis puntos de monitoreo mediante el método de cuadrantes y teniendo en cuenta aspectos como: ubicación de ingresos y salidas de efluentes, ubicación de fuentes contaminantes, vertimientos de aguas residuales y botaderos de residuos sólidos, ubicación áreas del cuerpo de agua donde se desarrollen actividades específicas y distribución en transectos definidos en torno a una actividad específica. De acuerdo a las características climatológicas de la zona de estudio, se realizaron dos muestreos, una en época de estiaje y la otra en época de lluvia, con la finalidad de realizar una evaluación del nivel trófico más objetivo.

Las variables fundamentales que se consideraron para la determinación del nivel trófico de la laguna Conococha fueron: el fósforo total, nitrógeno en forma de nitrato, la transparencia y la clorofila "a". Todas las variables se analizaron de manera individual, según la OECD (1982) se obtiene para el fósforo total un nivel trófico muy elevado (hipereutrófico) 128,9 µg/l y 132,0 µg/l tanto para la temporada de lluvia como para la de estiaje respectivamente, para el nitrato, la laguna Conococha se encuentra en un nivel trófico alto (eutrófico) 201,7 µg/l y 230,0 µg/l para las mismas temporadas respectivamente, para la clorofila "a", el nivel trófico de la laguna Conococha es muy alto (hipereutrófico) con 46 µg/l promedio anual, y para el disco de Secchi (transparencia), la laguna Conococha se encuentra en un nivel trófico muy alto (hipereutrófico) con 0,69 m y 0,62 m en temporada de lluvia y estiaje respectivamente.

Teniendo en cuenta a Carlson el fósforo total que la laguna Conococha posee determina un nivel trófico muy elevado (hipereutrófico) con un índice de estado trófico (TSI) = 73,8 y TSI= 74,3 en temporada de lluvia y estiaje respectivamente, para la clorofila "a", el nivel trófico de la laguna Conococha es muy alto (eutrófico) con TSI = 68,4 y TSI= 67.9 en temporada de lluvia y estiaje respectivamente y para el disco de Secchi (transparencia), la laguna Conococha se encuentra en un nivel trófico muy alto (eutrófico) con TSI = 66,1 y TSI= 67,1 en temporada de lluvia y estiaje

Este trabajo permite concluir que el nivel de eutrofización de la laguna Conococha es de eutrófico a hipereutrófico, donde las principales causas de la eutrofización son básicamente: La actividad ganadera, vertimiento directo de las aguas residuales domésticas, la disposición de los residuos sólidos hacia la laguna.

Dentro de las recomendaciones es importante tener en cuenta la sectorización de las áreas de pastoreo con el objetivo de controlar la presión del ganado y áreas protegidas que hagan posible la recuperación de los pastos naturales en la zona, es necesario la puesta en marcha de un programa de saneamiento urbano que promueva buenas prácticas ambientales, pero sobre todo el compromiso formal de los organismos competentes para crear y aplicar políticas protectoras del ambiente natural, mediante la formulación de ordenanzas que comprometan la participación de la sociedad en general.

ABSTRACT

Conococha lake is located in the Andes mountains on the northwest side of Peru. It is placed on the plateau of the same name in the region Ancash, Recuay province, at altitude of 4050 masl with coordinates 10 ° 07'40 "S 77 ° 17'02" W, with access to paved road Huaraz-Conococha 90 Km away, it's actually framed in livestock and populate activities, which year by year are altering and accelerating its aging because presence of animals drinking water from the lake, feces dragged to the lake during the rainy season, the waste generated by the people around and sewage spill, leading to an accelerated eutrophication.

The main aim of the study was to determine the level of eutrophication of the Conococha lake, to August 2012, for it was assessed the current level of eutrophication or trophic level applying methodologies to study each variable (Organization for economic Cooperation and Development-OECD-1982, APHA, 1981 and Carlson, 1977), for this, the lake was distributed in six monitoring points through quadrants method given issues such as location of income and output effluent, location of pollution sources, discharges of wastewater and solid waste dumps, location of water body areas where specific activities are developed and transects distribution defined around a specific activity.

According to the climatic characteristics of the study area, two samples were done, one in the dry season and the other in the rainy season, in order to make an accurately evaluation of trophic level.

The key variables considered to determine the trophic level of the lake Conococha were: total phosphorus, nitrate-nitrogen, transparency and chlorophyll "a". All variables were analyzed individually, according to OECD (1982) the obtained total phosphorus has a very high trophic level (hypertrophic) 128.9 mg/l and 132.0 mg/l for both rainy and dry seasons respectively; for nitrate, Conococha lake is in a high trophic level (eutrophic) 201.7 mg/L and 230.0 mg/l for same seasons respectively, for chlorophyll "a", the trophic level of Conococha lake is very high (hypertrophic) with 46 mg/l annual average, and Secchi disk (transparency) Conococha lake is at a high trophic level (hypertrophic) with 0.69 m and 0.62 m during the rainy and dry season respectively.

According to Carlson the total phosphorus of Conococha lake determines a very high trophic level (hypertrophic) with a trophic state index (TSI) = 73.8 and TSI = 74.3 in the rainy and dry season respectively, for chlorophyll "a" the trophic level of the lake Conococha is very high (eutrophic) with TSI = 68.4 and TSI = 67.9 in the rainy and dry season respectively, and for Secchi disk (transparency) Conococha lake is in a very high

trophic level (eutrophic) with TSI = 66.1 and TSI = 67.1 in the rainy and dry season respectively.

This work allows us to conclude that level of eutrophication of the Conococha lake is hypertrophic, being the main causes basically: livestock, direct discharge of domestic wastewater into the lake, the solid waste disposal around the lagoon and sediment transport.

Among recommendations it's important to consider the segmentation of the grazing areas in order to control the pressure of livestock and protected areas to make possible the recovery of natural pastures in the area, it's necessary the implementation of an urban sanitation program that promotes good environmental practices, but especially the formal commitment of agencies to create and implement policies to protect the natural environment through formulation of ordinances which engage the participation of all society.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
INDICE.....	vii
RELACIÓN DE FIGURAS	ix
RELACIÓN DE GRÁFICOS	x
RELACIÓN DE CUADROS	xi
RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
CUADRO DE EQUIVALENCIAS	xv
CUADRO DE SÍMBOLOS	xvi
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Fundamentación.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Objetivos.....	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	6
2.1 Descripción del ámbito de influencia	6
2.1.1.Ubicación y extensión.....	6
2.1.2.Características ambientales	10
2.1.2.1 Ambiente físico.....	10
2.1.2.2 Ambiente biológico	16
2.1.2.3 Ambiente socioeconómico.....	17
2.2 Bases teóricas	20
2.2.1. Eutrofización	20

2.2.2.	Eutrofización en lagos	21
2.2.3.	Proceso de eutrofización	21
2.2.4.	Gestión del proceso de eutrofización	24
2.2.5.	El desequilibrio de enriquecer con nutrientes	25
2.2.6.	Parámetros que determinan el nivel trófico en cuerpos de agua.....	26
2.2.7.	Clasificación de cuerpos de agua	32
2.2.8.	Criterios para la evaluación del estado trófico	33
2.2.8.1.	Estado trófico basado en variables que indican eutrofización por variable (OECD y APHA).....	33
2.2.8.2.	Índice de estado trófico (TSI).....	35
2.2.9.	Productividad primaria	36
2.2.10.	Colmatación en lagos (Fernández, 2006).....	37
2.2.11.	Causas de la eutrofización	38
CAPÍTULO III METODOLOGIA		40
3.1	Método y técnica	40
3.1.1	Método.....	40
3.1.2	Técnica	40
3.1.3	Diseño.....	41
3.2	Etapas de estudio	41
3.3	Procedimiento	48
3.3.1	Procedimiento para la toma de muestras y la lectura de parámetros de campo	48
3.3.2	Procedimiento para el análisis de la clorofila “a”	52
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS		55
CAPÍTULO V DISCUSIÓN.....		75
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		78
6.1	Conclusiones	78
6.2	Recomendaciones	79
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....		81
ANEXOS.....		87
Anexo 1: Reportes de Laboratorio		88

RELACIÓN DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Mapa de ubicación de la laguna Conococha</i>	<i>8</i>
<i>Figura N° 2: Mapa de zonas adyacentes a la laguna Conococha.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura N° 3: Mapa geológico de la laguna Conococha</i>	<i>13</i>
<i>Figura N° 4 (a, b, c y d): Proceso de eutrofización</i>	<i>22</i>
<i>Figura N° 5: Continuidad trófica</i>	<i>24</i>
<i>Figura N° 6: Cantidad de luz en lagos eutróficos y oligotróficos (Moreta, 2008)</i>	<i>28</i>
<i>Figura N° 7 (a y b): Cambios en el estado oligotrófico y eutrófico (Moreta, 2008)</i>	<i>30</i>
<i>Figura N° 8: Esquema del proceso de eutrofización</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 9: Proceso de colmatación de un lago</i>	<i>37</i>
<i>Figura N° 10: Distribución de transectos</i>	<i>42</i>
<i>Figura N° 11: Puntos de monitoreo</i>	<i>47</i>
<i>Figura N° 12: Mapa de índice trófico del fósforo total en la laguna Conococha.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura N° 13: Mapa de índice trófico del nitrógeno total en forma de nitrato de la laguna Conococha.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura N° 14: Mapa de índice trófico de la clorofila “a” de la laguna Conococha</i>	<i>71</i>
<i>Figura N° 15: Mapa de índice trófico del disco de Secchi de la laguna Conococha.....</i>	<i>74</i>

RELACIÓN DE GRÁFICOS

<i>Grafico N° 1: Temperaturas en el área de estudio.....</i>	<i>11</i>
<i>Grafico N° 2: Viviendas que cuentan con servicio higiénico</i>	<i>18</i>
<i>Grafico N° 3: Actividades según agrupación</i>	<i>20</i>
<i>Grafico N° 4: Oxígeno disuelto en la laguna Conococha</i>	<i>58</i>
<i>Grafico N° 5: Temperatura en la laguna Conococha</i>	<i>59</i>
<i>Grafico N° 6: pH del agua en la laguna Conococha</i>	<i>60</i>
<i>Grafico N° 7: Conductividad eléctrica del agua en la laguna Conococha.....</i>	<i>61</i>
<i>Grafico N° 8: Sólidos suspendidos en el medio acuático de la laguna Conococha</i>	<i>62</i>

RELACIÓN DE CUADROS

<i>Cuadro N° 1: Ubicación geográfica y parámetros morfométricos.....</i>	<i>7</i>
<i>Cuadro N° 2: Temperaturas en el área de estudio del año 2012</i>	<i>10</i>
<i>Cuadro N° 3: Indicadores demográficos</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro N° 4: Viviendas que cuentan con servicio higiénico.</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro N° 5: Actividades según agrupación</i>	<i>19</i>
<i>Cuadro N° 6: Valores límites de la OECD para un sistema completo de clasificación trófica.</i>	<i>34</i>
<i>Cuadro N° 7: Clasificación general (internacional) tipificadora del estatus trófico o productivo de lagos y lagunas (APHA, 1981)</i>	<i>34</i>
<i>Cuadro N° 8: Escala de valores del estado trófico en los cuerpos de agua.</i>	<i>35</i>
<i>Cuadro N° 9: Fórmulas para estimar el estado trófico aplicado a los indicadores de eutrofia.</i>	<i>36</i>
<i>Cuadro N° 10: Ubicación de puntos de monitoreo</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro N° 11: Parámetros involucrados y tipo de análisis</i>	<i>48</i>
<i>Cuadro N° 12: Oxígeno disuelto en la laguna Conococha</i>	<i>58</i>
<i>Cuadro N° 13: Temperatura en la laguna Conococha</i>	<i>59</i>
<i>Cuadro N° 14: pH del agua en la laguna Conococha</i>	<i>60</i>
<i>Cuadro N° 15: Conductividad eléctrica del agua en la laguna Conococha</i>	<i>61</i>
<i>Cuadro N° 16: Sólidos suspendidos en el medio acuático de la laguna Conococha....</i>	<i>62</i>
<i>Cuadro N° 17: concentraciones de fósforo total en la laguna Conococha.</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro N° 18: Índice de estado trófico del fósforo total (TSI_{P_t}), según Carlson</i>	<i>64</i>
<i>Cuadro N° 19: Concentración de nitratos</i>	<i>66</i>
<i>Cuadro N° 20: Índice de estado trófico del nitrógeno total (TSI_{N_t}), según Carlson</i>	<i>67</i>
<i>Cuadro N° 21: Concentración de clorofila “a”</i>	<i>69</i>

<i>Cuadro N° 22: Índice de estado trófico de la clorofila “a” (TSI_{CHLa}), según Carlson.....</i>	<i>70</i>
<i>Cuadro N° 23: Medidas con disco de Secchi en la laguna Conococha.....</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro N° 24: Índice de estado trófico de la transparencia (disco de Secchi) (TSI_{DS}) en la laguna Conococha, según Carlson</i>	<i>73</i>

RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía N° 1: Probeta para medir la transparencia.....</i>	<i>43</i>
<i>Fotografía N° 2 : Medición de la transparencia.....</i>	<i>44</i>
<i>Fotografía N° 3 : Toma de datos de la transparencia</i>	<i>45</i>
<i>Fotografía N° 4 : Armado de botes para ingresar a la laguna.</i>	<i>49</i>
<i>Fotografía N° 5: Toma de muestras</i>	<i>50</i>
<i>Fotografía N° 6: Toma de datos de campo.</i>	<i>51</i>
<i>Fotografía N° 7: Medición de la transparencia del espejo de agua de la laguna Conococha.....</i>	<i>51</i>
<i>Fotografía N° 8: Ganadería en época de lluvia.....</i>	<i>55</i>
<i>Fotografía N° 9: Ganadería en época de estiaje.....</i>	<i>56</i>
<i>Fotografía N° 10: Arrastre de sedimentos producto de la actividad ganadera.</i>	<i>56</i>
<i>Fotografía N° 11: Red pública de desagüe.</i>	<i>57</i>
<i>Fotografía N° 12: Botadero de residuos sólidos.</i>	<i>57</i>
<i>Fotografía N° 13: Conducto de aguas residuales domésticas hacia la laguna.....</i>	<i>57</i>

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA	<i>Autoridad Nacional del Agua</i>
APHA	<i>American Public Health Association</i>
AWWA	<i>Water Quality and Treatment</i>
CARE	<i>Organización internacional de desarrollo, sin fines de lucro, sin fines políticos ni religiosos, constituida con la finalidad de mejorar la vida de la población desprotegida.</i>
CEPIS	<i>Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente</i>
CE	<i>Conductividad eléctrica</i>
cm	<i>centímetro</i>
Ds	<i>Disco de Secchi</i>
DO	<i>Densidad Óptica</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
etc.	<i>etcétera</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
INEI	<i>Instituto Nacional de Estadística e Informática</i>
m.s.n.m	<i>Metros sobre el nivel del mar</i>
mm	<i>milímetro</i>
MINAM	<i>Ministerio Nacional de Medio Ambiente</i>
nm	<i>Nanómetro</i>
Nt	<i>Nitrógeno Total</i>
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
OD	<i>Oxígeno Disuelto</i>
Pt	<i>Fósforo Total</i>
PUCP	<i>Pontífice Universidad Católica del Perú</i>
RAMSAR	<i>Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas</i>
$T_{m\acute{a}x}$	<i>Temperatura máxima</i>
$T_{m\acute{i}n}$	<i>Temperatura mínima</i>
TSI	<i>Índice de Estado Trófico</i>
WGS	<i>World Geodetic System</i>

CUADRO DE EQUIVALENCIAS

1000 miligramos (mg)	1 gramo (g)
10^6 microgramos (μg)	1 gramo (g)
1000 litros (lt)	1 metro cúbico (m^3)
10^4 micrómetros (μm)	1 centímetro (cm)
100 milímetros (mm)	10 centímetro (cm)
100 centímetros (cm)	1 metro (m)
1000 metros (m)	1 kilómetro (km)
1000^2 metros cuadrados (m^2)	1 kilometro cuadrado (km^2)

CUADRO DE SÍMBOLOS

NO ₃	Nitrato
P	Fósforo
P _{total}	Fósforo total
CO ₂	Dióxido de carbono
DBO	Demanda biológica de oxígeno
°C	Grados centígrados
T°	Temperatura
Ds	Disco de Secchi
Chl a	Clorofila “a”
O ₂	Oxígeno
N-NO ₃	Nitrógeno-nitrato
Rpm	Revoluciones por minuto
Ca	Concentración de clorofila “a”

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Drovandi *et al* (2010). Realizaron un diagnóstico preliminar del estado trófico del embalse el Carrizal donde concluyeron en que el embalse presenta estados “eutróficos” e “hipereutróficos” según el índice de estado trófico (TSI) utilizado.

Ibarra (2008). Estudió la eutrofización de los lagos y sus consecuencias, concluyendo que: la contaminación de los lagos acelera la parcial o total desaparición de especies de los diferentes sistemas acuáticos, además de las múltiples actividades que se desarrollan en su entorno, y las causas naturales y antropogénicas de la eutrofización convierten a un medio acuático en una zona deteriorada, ocasionando un desequilibrio ecológico en el ambiente, con efectos que en diversos casos pueden ser irreversibles.

En la “Organization for Economic Cooperation and Development” -OECD (1982), han realizado el estudio más completo sobre la eutrofización hasta ahora, lo ejecutó el “Programa Cooperación sobre la Eutrofización”, de la OECD realizado en la década de 1970 con la participación de connotados científicos de 18 países

y coordinados por Vollenweider (OECD, 1982). Establecieron una secuencia de categorías tróficas cimentado en las concentraciones de fósforo total (P_{total}), Clorofila "a" (Chl a) y transparencia medida con el disco de Secchi (Ds).

Colonia, *et al* (2013). Estudiaron la influencia de los parámetros climáticos sobre la variación de la cobertura vegetal en la laguna Conococha, utilizando técnicas de percepción remota, concluyeron en que el cambio climático afecta directamente a la vegetación de la laguna Conococha, debido a que la temperatura es un factor importante para la producción de clorofila y por ende mayor proliferación de vegetación emergente y subemergente, la cual genera la eutrofización de la laguna Conococha.

Mariano *et al* (2010). Estudiaron la contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junín, Perú, concluyendo en que uno de los problemas más importantes en lagos y lagunas es el reciclado de la materia orgánica en los sedimentos, los cuales en lagos andinos, con temperatura media de 11 °C, el reciclaje se procesa de manera mucha más lenta que en otros lagos tropicales.

1.2. Fundamentación

La eutrofización de los vasos y sumideros en general es un proceso natural, sin embargo el hombre en su afán de satisfacer sus necesidades ha generado cambios drásticos sobre los recursos naturales. La aceleración de estos cambios sobre nuestros recursos naturales, tales como cuerpos de agua (lagos), viene generando una disminución en cuanto a cantidad y calidad del agua, siendo imprescindible realizar un análisis de estos cuerpos de agua (lagos) para verificar su estado actual y sus posibles soluciones frente al proceso eutrófico que vienen atravesando.

Un claro ejemplo de la aceleración de estos cambios drásticos es la laguna Conococha, donde los factores que inciden en la disminución de la calidad y cantidad provienen de los residuos sólidos y líquidos, producto de las actividades propias de los asentamientos humanos, y que son vertidos en la laguna Conococha, también soporta una población considerable de ganado (ovino y

vacuno) que se nutre de los diversos pastos y plantas acuáticas de la laguna Conococha y sus alrededores, donde la deposición directa de las heces son escurridas hacia el lago. Esto puede originar un aumento en la población de algas y malezas acuáticas en las aguas, la capa de algas se vuelve tan espesa, que no puede penetrar la luz, y se produce la muerte de aquellas que se encuentran por debajo de la superficie, incrementando la materia orgánica en descomposición, aumento de la sedimentación y la turbiedad de las aguas.

Cuando las algas se descomponen, se emplea una cierta cantidad de oxígeno disuelto, comenzando a desaparecer y provocando la mortandad entre los peces; se pierde la calidad del cuerpo de agua impidiendo el uso recreativo, turístico y doméstico del mismo.

Entonces si se analiza por unos minutos el espacio que nos rodea, se descubre que en él existen un sin número de áreas naturales que están directamente relacionados con la existencia, y su deterioro no afecta sólo a la localidad donde se genera el problema, sino que está incidiendo directamente en una destrucción global del ambiente. Por lo tanto, es compromiso de todos, el cuidado y preservación de nuestro entorno natural.

1.3. Planteamiento del problema

1.3.1. Planteamiento general

- ✓ ¿Cuál es el nivel de eutrofización de la laguna Conococha – Ancash, a Agosto de 2012?

1.3.2. Planteamientos específicos

- ✓ ¿Cuáles son las principales causas de la eutrofización de la laguna Conococha – Ancash, a Agosto de 2012?
- ✓ ¿Cuál es la cantidad de nitrato presente en la laguna Conococha – Ancash, a Agosto de 2012?
- ✓ ¿Cuál es la cantidad de fósforo total presente en la laguna Conococha – Ancash, a Agosto de 2012?
- ✓ ¿Cuál es la cantidad de clorofila “a” presente en la laguna Conococha – Ancash, a Agosto de 2012?

- ✓ ¿Cuál es el nivel de transparencia del espejo de agua de la laguna Conococha – Ancash, a Agosto de 2012?

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- ✓ El nivel actual de la eutrofización de la laguna Conococha es un estado eutrófico con tendencia hacia un estado hipereutrófico.

1.4.2. Hipótesis específicos

- ✓ Las causas de la eutrofización de la laguna Conococha son: la actividad ganadera, el vertimiento directo de las aguas residuales domésticas y los residuos sólidos hacia la laguna.
- ✓ La cantidad de nitrato presente en la laguna Conococha-Ancash es: $> 200 \mu\text{g/L}$
- ✓ La cantidad de fosforo total presente en la laguna Conococha-Ancash es: $> 60 \text{ mg/m}^3$
- ✓ La cantidad de clorofila “a” presente en la laguna Conococha-Ancash es: $> 18 \text{ mg/m}^3$
- ✓ El nivel de transparencia del espejo de agua de la laguna Conococha-Ancash es: 1,5 m

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- ✓ Evaluar el nivel de eutrofización de la laguna Conococha - Ancash, a Agosto de 2012.

1.5.2 Objetivo específico

- ✓ Determinar las principales causas de la eutrofización de la laguna Conococha – Ancash.

- ✓ Determinar la cantidad de nitrato presente en la laguna Conococha-Ancash.
- ✓ Determinar la cantidad de fósforo total presente en la laguna Conococha-Ancash.
- ✓ Determinar la cantidad de clorofila “a” presente en la laguna Conococha-Ancash.
- ✓ Determinar el nivel de transparencia del espejo de agua de la laguna Conococha-Ancash.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del ámbito de influencia

2.1.1. Ubicación y extensión

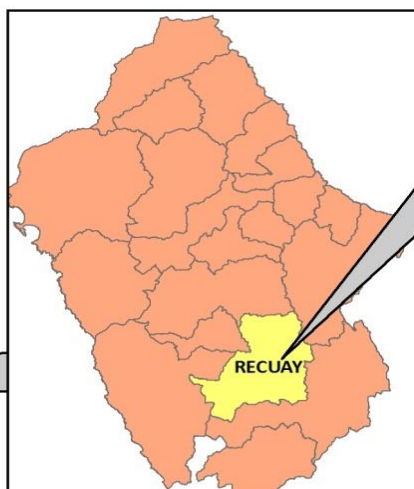
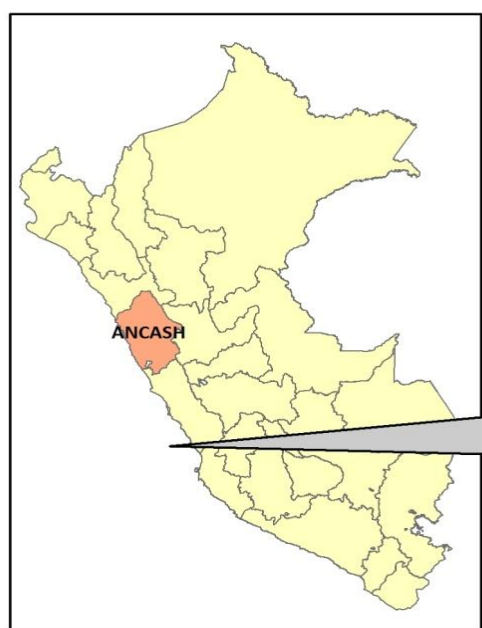
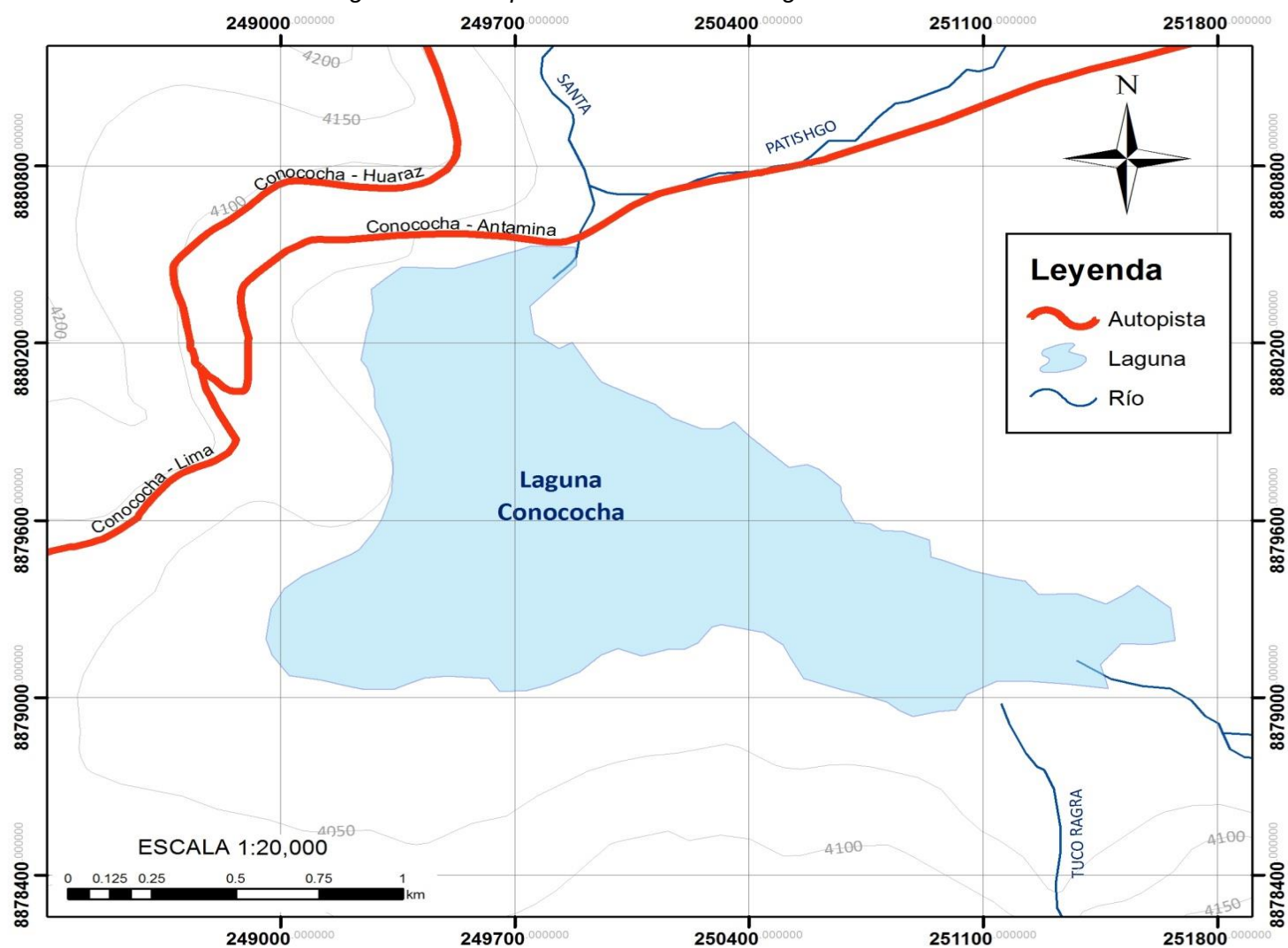
La laguna Conococha se encuentra en el departamento de Ancash, provincia de Recuay, a 327 km aproximadamente de la ciudad de Lima y 90 km de la ciudad de Huaraz. Está ubicada detrás del divorcio acuario de la cuenca del río Fortaleza, forma la cabecera de la cuenca del río Santa. Está a 4050 msnm sobre una ligera hendidura al sur oeste de la planicie denominada Pampas Lampa Alto flanqueada por los cerros Quimahuanca y Shiushapunta, recibe aguas de las quebradas Tuco Ragra, Sacas o Shacsha y Ñupupata. (Antamina, 2005)

En el cuadro N° 1 se presentan algunas características importantes que permiten caracterizar a la laguna Conococha.

Cuadro N° 1: Ubicación geográfica y parámetros morfométricos

Coordenada Este (WGS 84)	250252
Coordenada Norte (WGS 84)	8879556
Altitud (m.s.n.m)	4050
Superficie de la laguna (km ²)	1,976
Longitud máxima (km)	2,99
Ancho máximo (km)	1,27

Figura N° 1: Mapa de ubicación de la laguna Conococha



MAPA DE UBICACIÓN LAGUNA CONOCOCHA

TESIS:

Evaluación de la eutrofización de la laguna de Conococha

UBICACIÓN

REGIÓN: ANCASH

PROVINCIA: RECUAY

SUPERFICIE DE LAGUNA:
197.61 Ha

FUENTE: Carta Nacional

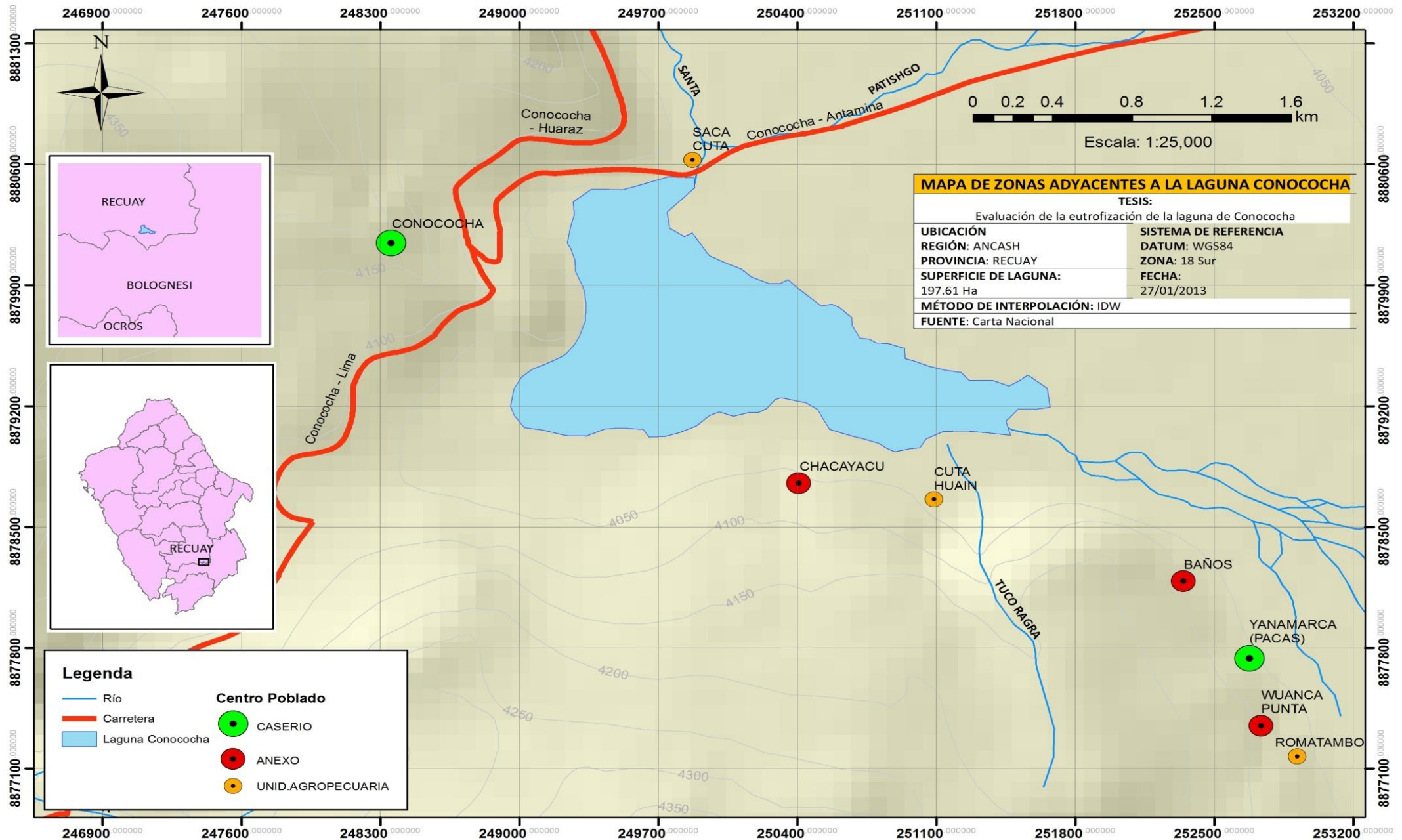
SISTEMA DE REFERENCIA

DATUM: WGS84

ZONA: 18 Sur

FECHA:
27/01/2013

Figura N° 2: Mapa de zonas adyacentes a la laguna Conococha



2.1.2. Características ambientales

2.1.2.1 Ambiente físico

a) Clima/Meteorología (Senamhi, 2012)

Precipitación

La precipitación para la subcuenca se obtuvo de los registros pluviométricos de la estación de Milpo-150902 (Latitud: 09°53'1"S, longitud: 77°14'1"W y altitud: 4400 m.s.n.m).

La precipitación media mensual es 132,5 mm y la precipitación mensual al 75 % es 58,91 mm.

La precipitación mensual máxima es 477,0 mm correspondiente al mes de marzo y la mínima 0 mm correspondiente a los meses de junio, julio y agosto.

Temperatura

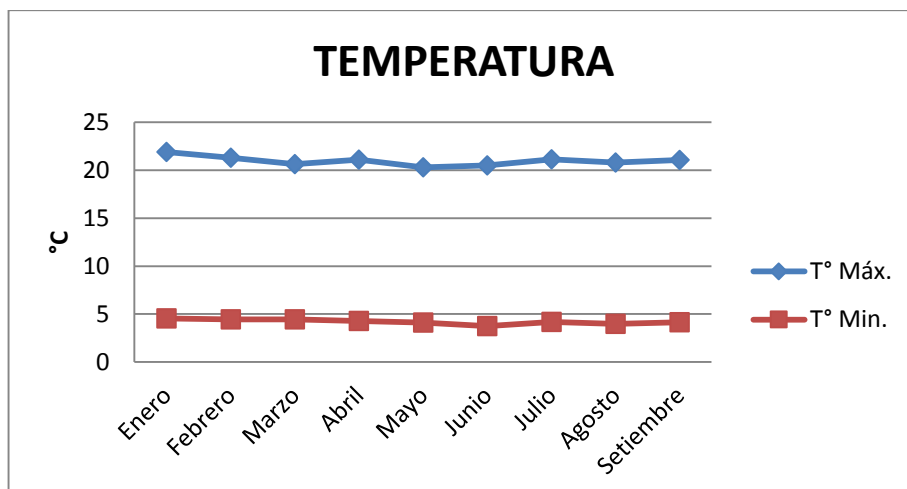
La temperatura para el área de estudio se muestra en el cuadro N° 2, obtenidos de la estación de Milpo-150902, siendo la estación más cercana al área de estudio.

Cuadro N° 2: Temperaturas en el área de estudio del año 2012

MES	T _{máx} (°C)	T _{mín} (°C)
Enero	21.9	4.53
Febrero	21.32	4.43
Marzo	20.64	4.45
Abril	21.12	4.26
Mayo	20.32	4.11
Junio	20.51	3.75
Julio	21.13	4.16
Agosto	20.80	3.96
Setiembre	21.07	4.14
Promedio	20.91	4.20

Fuente: Senamhi, 2012

Grafico N° 1: Temperaturas en el área de estudio



b) Zonas de vida

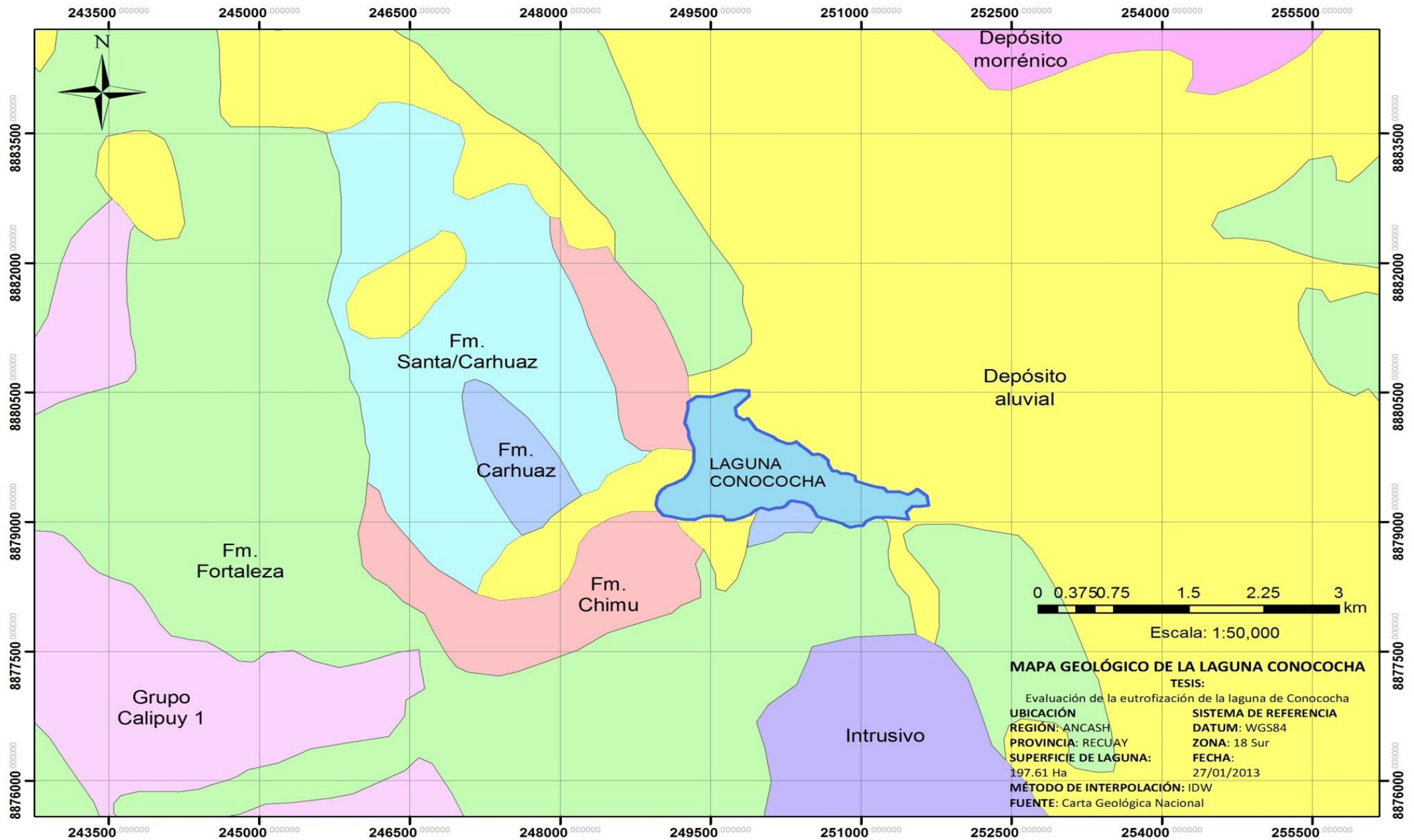
El ámbito de estudio se ubica en la biorregión Neotropical, de acuerdo a la clasificación de (Holdridge, 1967) corresponde a la zona de vida páramo muy húmedo – Subalpino tropical, cuyas características se describen como:

Páramo muy húmedo subalpino tropical (pmh-SaT): Se extiende entre las cotas 3900 hasta los 4500 msnm, ocupando ambos flancos de los Andes. Esta formación presenta un clima muy húmedo y frígido, con precipitaciones promedio de 900 mm/año, las temperaturas son bajas y su promedio anual está alrededor de 5°C, produciéndose temperaturas de congelación casi todas las noches. Topográficamente, presenta dos sectores: uno, de relieve ondulado a semi-accidentado (zona de praderas) y otro de relieve muy accidentado. Los suelos son generalmente de origen coluvial y residuales, de profundidad variable y fertilidad media a alta, en algunos sectores se observan que están sometidos a una intensa actividad de pastoreo. (Holdridge, 1967)

c) Geología

El ámbito de estudio presenta afloramientos de cinco formaciones geológicas (formación Santa/Carhuaz, formación Chimú, formación fortaleza, depósito aluvial y formación Carhuaz) que inciden sobre la laguna Conococha y tres afloramientos de formaciones geológicas (Intrusivo, grupo Calipuy y depósito morrénico) como se pueden observar en la siguiente figura:

Figura N° 3: Mapa geológico de la laguna Conococha



Formación chimú

Esta formación está constituida por una secuencia de cuarcitas recristalizadas, en bancos medianos y de grano fino, presentando como base una secuencia abigarrada compuesta por lutitas, limonitas y areniscas blancas y macizas. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

Depósito aluvial

Está conformado por un manto de deposición cuaternario de tipo lacustre que ha sido transportado por los riachuelos, desde las vertientes occidentales de la Cordillera Negra predominantemente a partir de rocas volcánicas y sedimentarias. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

Formación Carhuaz

Sobre yace en discordancia paralela a la formación Santa y consta de estratos de areniscas y cuarcitas finas de color pardo claro en capas delgadas y con presencia de abundantes intercalaciones de lutitas. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

Grupo Calipuy 1

El grupo Calipuy se encuentra distribuido a lo largo de la Cordillera Negra conformando la parte más elevada. Se dispone como una franja rumbo Noroeste a Sureste que tiene una anchura variable entre 25 a 40km muestra discontinuidad de afloramiento a lo largo del rumbo andino, debido a la profundidad de los valles transversales correspondientes a los principales ríos como el Pativilca, Fortaleza, Aija y Pira. Su límite oriental en gran parte, lo constituye el río Santa; sin embargo, existen afloramientos en el extremo sur de la Cordillera Blanca y en la cordillera de Huayhuash.

El grupo Calipuy consiste de por lo menos 2000 metros y en algunos lugares más de 3000 metros de estratos volcánicos variados. Estos son principalmente de rocas piroplásticas gruesas de composición andesítica, pero también son abundantes lavas andesítica e ignimbritas dacíticas. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

Formación Fortaleza

Fue descrita en el valle del río Fortaleza por (Myers, 1976) como ignimbrita del río fortaleza. Sin embargo, en su mayor parte es una toba formada como flujo de cenizas que sobreyace a un horizonte de suelo grueso y aglomerádico que contiene fragmentos de las rocas infrayacentes. La toba en su parte inferior puede contener capas delgadas de toba con cierta clasificación en el tamaño de sus componentes.

Contiene numerosos clastos de cuarcita angular, así como también los clastos de pómez normal. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

Formación Santa

Yace concordantemente sobre la formación Chimú y se encuentra casi en todos los lugares donde se ha cartografiado esta última. En el sector occidental se le ha registrado conjuntamente con la formación Carhuaz (Huaraz y chiquian), debido a que tiene un grosor discreto. Consiste de calizas de color azul grisáceo con meteorización característica de corteza azulina. Sus estratos tienen grosores de 10 cm a 1 m; puede presentar concreciones de chert de color gris oscuro a blanco. No es una unidad fosilífera, pero contiene fragmentos de conchas. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

Intrusivo

Rocas ígneas que mientras se derriten han penetrado en y dentro de otras rocas pero que se han solidificado antes de alcanzar la superficie terrestre o la interface entre el fondo del mar y el agua; o bien pueden haber penetrado en fisuras de las rocas originales o absorbido y reemplazado a las rocas originales (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

Depósito morrénico

Éstos depósitos muestran una morfología de lomadas y colinas de cumbres redondeadas con cierta resistencia, que ocupan una franja de 65 km de largo por 10 km de ancho entre Huaraz y la quebrada Tishao; han sido disectados por cursos de agua actuales originados en lagunas o deshielos de la cordillera, mostrando evidencias de erosión. Además muestran rasgos de deformación Neotectónica ya que han sido afectados por la falla de la cordillera blanca. En algunos casos estos depósitos presentan una estratificación burda con inclinaciones hasta de 10 grados generalmente al ENE. En partes se observa estratificación de arenas, gravas y limos con buzamientos hasta de 20° al NE. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1996)

2.1.2.2 Ambiente biológico

a) Flora

La laguna está caracterizada por la presencia de juncos (*Scirpus sp.*), totoras (*Scirpus rigidus*), bofedales y vegetación como *Carex sp.*, *Distichia muscoides* y *Calamagrostis*. También especies subemergentes como *Roripa nasturtium aquaticum sp.*, *Elodea potamogeton* y *Myriophyllum sp.* (Antamina, 2005)

b) Fauna

Por las condiciones de suelo, esta sirve como lugar de alimentación de fauna silvestre limitada debido a la presencia de actividad ganadera de ovinos y vacuno, mediante el pastoreo o pasadero de manadas de pobladores locales. (Antamina, 2005)

2.1.2.3 Ambiente socioeconómico

a) Demografía

Los principales indicadores socio demográficos de la zona de estudio son:

Cuadro N° 3: Indicadores demográficos

INDICADORES	CANTIDAD
Población total	121
Altitud	4050 m.s.n.m
Viviendas particulares	52

Fuente: INEI-CENSO NACIONAL, 2007

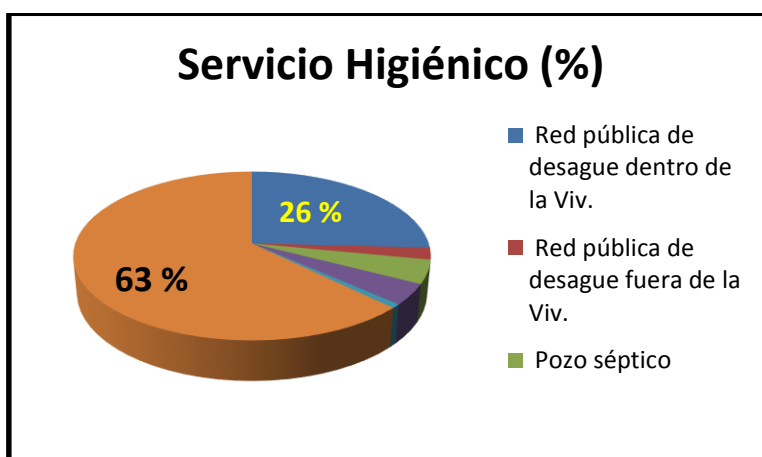
A nivel distrital, el 25,81 % de los hogares cuentan con red pública conectado dentro de la vivienda, 2,26% cuentan con desagüe de red pública fuera de la vivienda, 4,51% utilizan pozo ciego o séptico para la disposición de excretas y pozo ciego o letrina 4,01%, En el caserío de Conococha 0,75% hacen uso de los ríos, acequia o canal de riego, 62,66% de las viviendas no tienen servicios higiénicos haciendo uso del campo abierto, por consiguiente, conllevarían a la contaminación de las fuentes de agua (laguna Conococha) y del campo a través de los animales domésticos cercanos al hombre.

Cuadro N° 4: Viviendas que cuentan con servicio higiénico.

Categorías	Casos	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	103	25,81 %
Red pública de desagüe fuera de la vivienda.	9	2,26 %
Pozo séptico	18	4,51 %
Pozo ciego o negro / letrina	16	4,01 %
Río, acequia o canal	3	0,75 %
No tiene	250	62,66 %
Total	399	100,00 %

Fuente: INEI-CENSO NACIONAL, 2007

Grafico N° 2: Viviendas que cuentan con servicio higiénico



Fuente: INEI-CENSO NACIONAL, 2007

b) Actividad económica

La actividad pecuaria es la que mayormente se desarrolla en la zona, ya que la planicie alto andina de Conococha provee de pastos naturales, en la zona aledaña al área de estudio existen un gran número de manadas de borregos de pastores; cuyos productos cárnicos y otros son comercializados en las ciudades de Chiquian, Huaraz y Lima.

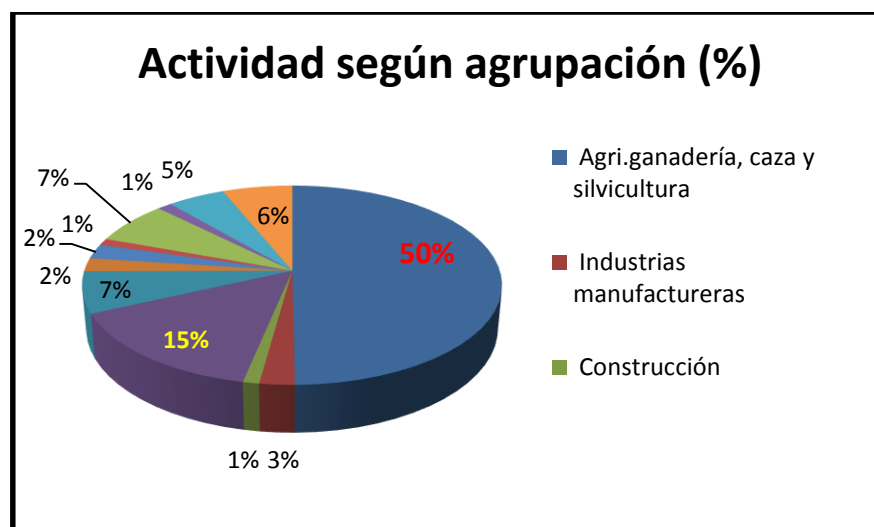
El comercio es otra de las actividades de importancia después de la pecuaria, pero este movimiento comercial está relacionado al poder adquisitivo de las personas que hacen uso de las empresas de transportes que transitan por la zona y de transportistas particulares; está constituido principalmente por comida, productos derivados lácticos y artículos de primera necesidad.

Cuadro N° 5: Actividades según agrupación

Categorías	%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	49,10 %
Explotación de minas y canteras	0,18 %
Industrias manufactureras	2,33 %
Construcción	1,08 %
Venta, mantenimiento y reparación vehículos automotrices y motorizados.	0,54 %
Comercio por mayor	0,54 %
Comercio por menor	14,70 %
Hoteles y restaurantes	6,63 %
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	2,15 %
Actividad. inmobiliaria., empresas. y alquileres	2,33 %
Administración pública y defensa.	1,08 %
Enseñanza	6,81 %
Servicios sociales y de salud	1,25 %
Otras actividades y servicios	5,02 %
Hogares privados y servicios domésticos	0,18 %
Actividad económica no especificada	6,09 %
Total	100,00 %

Fuente: INEI-CENSO NACIONAL, 2007

Grafico N° 3: Actividades según agrupación



Fuente: INEI-CENSO NACIONAL, 2007

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Eutrofización

Es el proceso de fertilización que causa una alta productividad y biomasa en un ecosistema acuático. La eutrofización puede ser un proceso natural o puede ser un proceso antrópico acelerada por el aumento de la carga de nutrientes a un lago por la actividad humana (Environmental Protection Agency, 2011). En dicha situación, el ecosistema acuático, donde su estado de equilibrio es alterado, reacciona modificando su funcionamiento acelerando procesos indeseables. (Rapal, 2010)

“La eutrofización de las aguas es una palabra que como refiere Xavier Domenech (Química de la Hidrosfera. Origen y destino de los contaminantes. Madrid 1995, pág. 21) proviene del griego eutros (eu= bien, y trofein= alimentar o nutrir) significa bien alimentado y consiste en que la presencia excesiva de materia orgánica en el agua, provoca un crecimiento rápido de algas y otras plantas verdes que recubren la superficie del agua e impiden el paso de luz solar a las capas inferiores.” (Proyecto Sierra Bazán, 2011)

La eutrofización es un proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, esto produce un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos, embalses o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora. (Goitía, 2011)

2.2.2. Eutrofización en lagos

Un lago sufre eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más cómodos los seres vivos que en el habitan. Pero la situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. (Moreta, 2008) “El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.” (Ciencias de la tierra y del medio ambiente, 2011)

“En suma, la eutrofización se refiere a toda esta serie de sucesos que comienzan con el enriquecimiento de nutrientes, el crecimiento y la muerte del fitoplancton, la acumulación de detritos, el aumento de las bacterias y, por último, el agotamiento del oxígeno y la sofocación de los organismos superiores.” (Nebel & Wright, 1999)

2.2.3. Proceso de eutrofización

Cuando el agua de una masa oligotrófica se enriquece de nutrientes, se inician muchos cambios. Primero, este enriquecimiento favorece el crecimiento y la multiplicación del plancton, lo que aumenta la turbidez del agua. Con la desaparición de la vegetación acuática sumergida, es evidente que se pierden alimentos, hábitats y el oxígeno disuelto (OD) de la

fotosíntesis. Pero la pérdida de OD se agrava por la siguiente razón: el fitoplancton está compuesto de organismos fotosintéticos que también producen oxígeno, como todas las plantas verdes. Como ocupan la superficie, esta se satura del gas y el exceso se escapa a la atmósfera. En un día tranquilo y soleado, se pueden apreciar las burbujas de oxígeno que después de quedar atrapadas en las algas filamentosas, son liberadas a la superficie. De esta manera, la fotosíntesis del fitoplancton no abastece de oxígeno a las aguas más profundas.

Además, el fitoplancton tiene índices de crecimiento y reproducción muy elevados. En condiciones óptimas, su masa puede duplicarse en un día. Así, el fitoplancton alcanza su máxima densidad poblacional y este crecimiento alcanza su estado estable para finalmente entrar en decaimiento siguiendo el comportamiento logístico. El fitoplancton muerto se asienta y produce en el fondo depósitos espesos de detritos como se observa en la Fig. 4 (a, b, c y d). (Nebel & Wright, 1999)

Figura N° 4 (a, b, c y d): Proceso de eutrofización

Figura 4a: Nivel oligotrófico

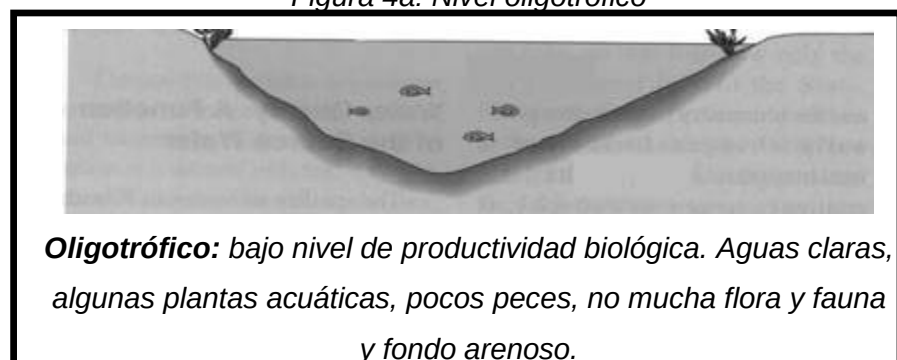
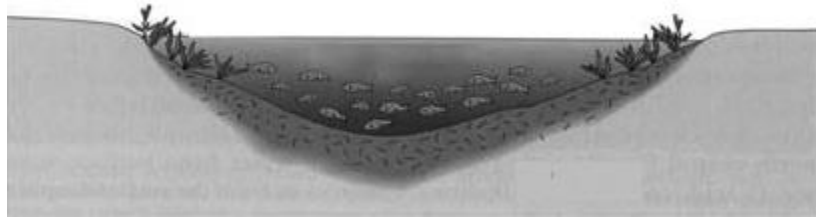


Figura 4b: Nivel Mesotrófico



Figura 4c: Nivel eutrófico





Eutrófico: Alto nivel de productividad, claridad de agua y buena cantidad de plantas acuáticas o poca claridad del agua y pocas plantas acuáticas. Gran potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre.

Figura 4d: Nivel hipereutrófico



Hipereutrófico: Altísimos niveles de productividad biológica, muy pobre cantidad de agua y abundancia de plantas acuáticas y potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre.

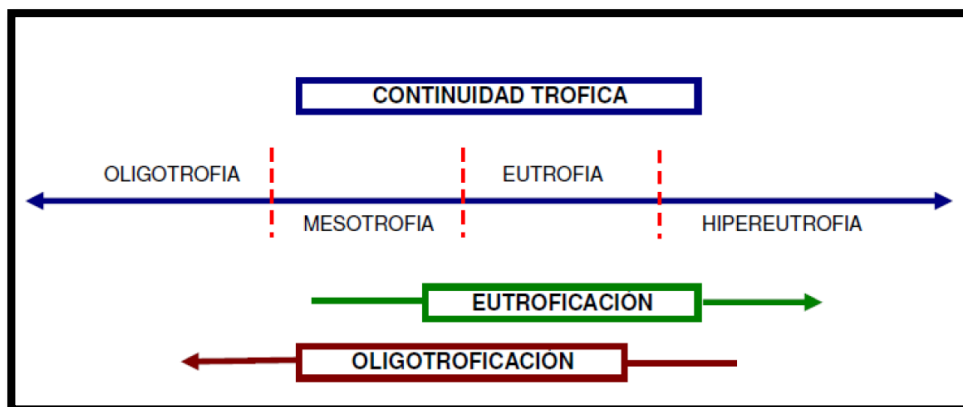
A su vez, la profusión de detritos genera una abundancia de descomponedores, la mayoría bacterias, cuyo crecimiento explosivo crea una demanda nueva de OD, que se consume en la respiración. El resultado es el agotamiento del recurso con la consiguiente sofocación de peces, crustáceos, etc. Sin embargo, las bacterias aerobias estrictas prosperan y aprovechan el oxígeno cada vez que está disponible, por lo que mantienen al agua sin OD, en tanto que haya detritos que las alimenten. Mientras que las bacterias anaerobias aparecen en el fondo produciendo gases como el amoníaco y el sulfuro de hidrógeno.

Además, hay alguna oxidación de materia orgánica y de otros compuestos, lo que demanda más OD. (Moreno, Quintero, & López, 2010)

Si el estado trófico es una descripción de la condición biológica del lago, eutrofización describe un lago que se está convirtiendo en más eutrófico

(Figura N° 5). La Oligotrofización describe el proceso de un lago en la dirección alternativa, hacia oligotrofia. (Gerard, 1999)

Figura N° 5: Continuidad trófica



Originalmente, la eutrofización se consideraba como un proceso natural, que se llevaba a cabo durante millones de años, en el cual un lago o embalse recibía los aportes de su cuenca de drenaje, los mismos que consistían en nutrientes, sedimentos y otros materiales alóctonos, con el tiempo sucedía que el sistema acuoso del lago se transformaba en una ciénaga, la cual al consolidarse se convertía en un sistema terrestre. Este proceso toma lugar en cientos de miles de años y es irreversible. (Gerard, 1999)

Actualmente es posible hablar de una “Eutrofización Antrópica”, determinada por la intervención del hombre, el cual debido a su necesidad de extensión transforma su entorno. Las descargas de aguas servidas por ejemplo, son una de las más antiguas causas de la eutrofización antrópica, ya que éstas son ricas en nutrientes contribuyendo al cambio trófico del cuerpo receptor; otro ejemplo son los excesos de fertilizantes, los cuales son ricos en fósforo, sean éste de origen natural o químico. La deforestación también influye en la carga de nutrientes, ya que los escurrimientos al pasar por una tierra que no tiene protección, “lavan” la capa fértil y se llevan consigo los nutrientes de la misma. (Gerard, 1999)

2.2.4. Gestión del proceso de eutrofización

A principios de los sesenta, un gran número de lagos y embalses, particularmente aquellos localizados en países industrializados, fueron rápidamente cambiando sus características e incrementando su fertilidad, por la adición de nutrientes provenientes de las actividades humanas (OECD, 1982). Algunas de las medidas de gestión propuestas por la FAO, 1997 son las siguientes:

- **Establecimiento de planes de fertilización:** para evitar el uso excesivo de fertilizantes, la tasa de fertilizante nitrógeno por ejemplo, deberá calcularse en función del “balance de nitrógeno de los cultivos”. En él se tienen en cuenta las necesidades de las plantas y la cantidad de nitrógeno en el suelo.
- **Mantener cubierta vegetal:** en la medida de lo posible, el suelo debe estar cubierto de vegetación. Con ello se impide la acumulación de nitrógeno mineralizado y se evita la lixiviación durante los periodos de lluvia.
- **Riego racional:** los sistemas de riego deficientes son una de las causas que más contribuyen al deterioro de la calidad del agua, mientras que el riego controlado es una de las prácticas menos contaminantes, además de reducir el costo neto del agua abastecida.
- **Planificación territorial en medios agrícolas:** deben adoptarse técnicas de control de la erosión (que estén en consonancia con las condiciones topográficas y edáficas).
- **Número máximo de animales por hectárea:** teniendo en cuenta el volumen de estiércol que se puede aplicar sin peligro por hectárea de tierra. La cantidad máxima de estiércol que se puede aplicar a la tierra se fija en función del contenido de nitrógeno y fósforo.

2.2.5.El desequilibrio de enriquecer con nutrientes

Si consideramos las necesidades del fitoplancton y de la vegetación acuática sumergida, se aprecia que el equilibrio entre ellos se altera cuando se modifica la concentración de nutrientes en el agua. Cuanto menos

nutrientes tenga el agua, mayor será la reducción de las poblaciones de fitoplancton; sin esta presencia, el agua es clara y la luz penetra para sostener el crecimiento de la vegetación acuática sumergida. Cuando el contenido de nutrientes aumenta, el fitoplancton prolifera, enturbia el agua y afecta la vegetación acuática sumergida que es una fuente productora de oxígeno (Moreta, 2008)

Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos. En algunos ecosistemas el factor limitante es el fosfato, como sucede en la mayoría de los lagos de agua dulce, pero en muchos mares el factor limitante es el nitrógeno para la mayoría de las especies de plantas. (Antimán, 2005)

“El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización” (Moreta, 2008)

2.2.6. Parámetros que determinan el nivel trófico en cuerpos de agua

El nivel de trofismo puede ser medido o estimado a través de diferentes parámetros (criterios) (Carlson, 1977, APHA, 1981 y OECD, 1982) dentro de los cuales destacan:

2.2.6.1. Fósforo total del agua

Es usado como un indicador de calidad de agua y estado trófico en lagos, porque es correlacionado con variables como clorofila, nitrógeno y biomasa algal (Carlson & Simpson, 1996). Ha sido sugerido como el nutriente limitante de la producción de fitoplancton en lagos (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 1990), en la mayoría de los casos, el fósforo es el factor que determina el desarrollo de la eutrofización (Organization for Economic Cooperation and Development, 1982)

El fósforo dispara la productividad ocasionando la eutrofización. (Moreta, 2008)

Es a menudo encontrado (y más a menudo se deducen como) el nutriente que limita el crecimiento y biomasa de algas en lagos y embalses. (Simpson, 2009)

2.2.6.2. Clorofila “a” del agua

Este parámetro provee una medida indirecta de la biomasa de algas (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 1990) y una indicación del estado trófico en cuerpos de agua (Nürnberg, 1996) y (Carlson & Simpson, 1996)

Clorofila “a” es el pigmento verde que es responsable de la capacidad de la planta para convertir la luz solar en la energía química necesaria para fijar CO₂ en hidratos de carbono. (Water on the web, 2011)

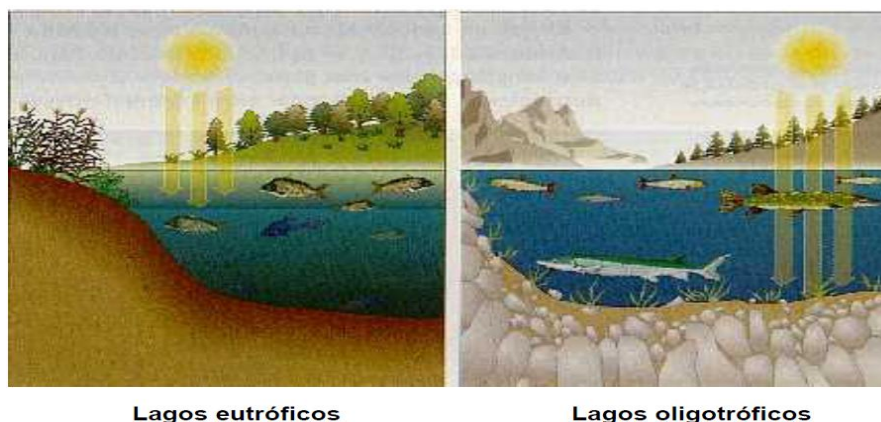
2.2.6.3. Transparencia del agua

Transparencia del agua se ve afectada por una serie de factores. Ambos materiales disueltos y suspendidos pueden influir en la transparencia de agua. En la mayoría de masas de agua, la cantidad de sólidos suspendidos es el factor más importante: más suspensión de materiales, menor será la transparencia del agua. En Lagos, la mayoría de los sólidos en suspensión son algas. (Sovell, 2009)

La transparencia es la cantidad de luz que se transmite (traspasa) en el cuerpo de agua, en un lago eutrófico la luz penetra con dificultad y el crecimiento de flora béntica productora de oxígeno se minimiza y queda en la oscuridad. (Moreta, 2008)

Se ha observado que cuando hay luz adecuada para la realización de la fotosíntesis la concentración de los nutrientes (fosfatos y nitratos) es baja y por lo tanto la cantidad de fitoplancton en el agua es menor. (Arse, 2005)

Figura N° 6: Cantidad de luz en lagos eutróficos y oligotróficos (Moreta, 2008)



2.2.6.4. Otros criterios

➤ Nitratos del agua

El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias, reduciendo por ende los niveles de oxígeno. (Arse, 2005)

De todas las formas en que se encuentra el nitrógeno, el nitrato es considerado el mayor contaminante de los ecosistemas acuáticos y es típico de fuentes de contaminación difusas por actividades agrícolas. (Antimán, 2005)

➤ Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto proviene de la mezcla del agua con el aire, ocasionada por el viento y/o, en la mayoría de los casos, principalmente del oxígeno que liberan las plantas acuáticas en sus procesos de fotosíntesis. (Naturales, 2005)

Es uno de los indicadores más importantes de la calidad de agua. Todos los organismos vivos dependen del oxígeno para sobrevivir y poder producir energía necesaria para su desarrollo y su reproducción. (Arse, 2005)

La concentración del oxígeno disuelto en el agua de un lago depende de la temperatura del agua, que a su vez depende de la radiación solar y de la profundidad. (Moreta, 2008)

La materia orgánica, tanto natural como de contaminación puede crear altas demandas biológicas de oxígeno (DBO) y consumir el oxígeno del agua. Esto puede causar mortandad de peces y alterar las comunidades de organismos acuáticos. (watch, 2003)

La concentración de oxígeno disminuye conforme la temperatura se incrementa, por lo que puede esperarse que los valores de oxígeno sean altos en los meses fríos y bajos en los meses cálidos. De igual manera la concentración de oxígeno disuelto en el agua disminuye conforme la profundidad se incrementa, por lo que puede esperarse que los valores de oxígeno sean más altos en la superficie de un lago que en zonas profundas. (watch, 2003)

El oxígeno disuelto en lagos y estanques con concentraciones altas de nutrientes puede cambiar en gran medida durante el día debido a la actividad fotosintética de algas y plantas acuáticas. (watch, 2003)

El agua que se sobresatura de oxígeno frecuentemente contiene altos niveles de fósforo y/o nitrógeno. Este enriquecimiento en nutrientes puede ser intencional, como por ejemplo en fertilización de estanques para peces, o no intencional, como en el caso de escorrentía de campos agrícolas con fertilizantes o excrementos animales. (watch, 2003)

Figura N° 7 (a y b): Cambios en el estado oligotrófico y eutrófico (Moreta, 2008)

Figura 7a: Estado oligotrófico

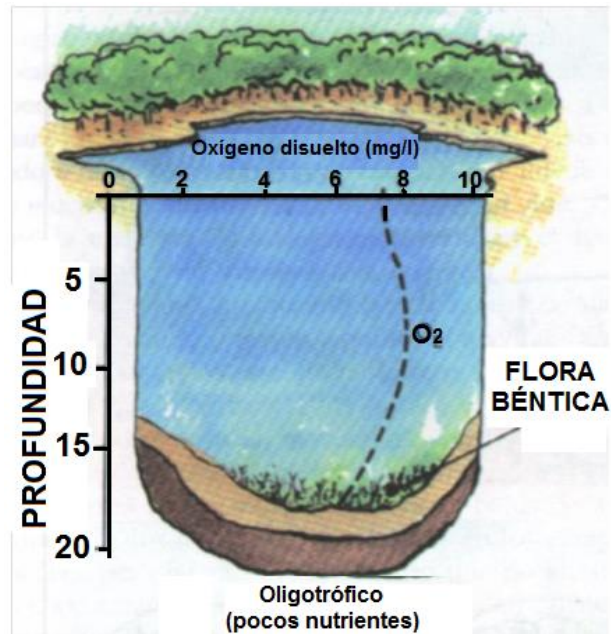
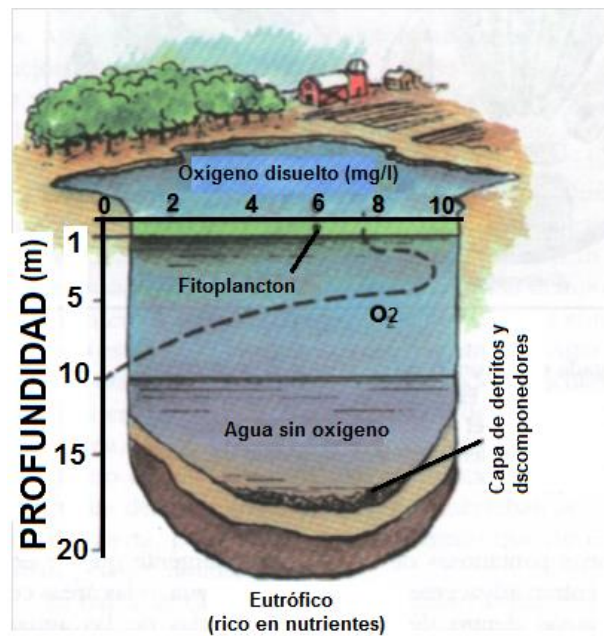


Figura 7b: Estado eutrófico



➤ **Temperatura del agua**

Es tal vez el factor que más influencia tiene en los lagos, juega un papel importante en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos.

Las temperaturas bajas retardan la acción desnitrificante de las bacterias y por esta razón los nitratos no son destruidos tan rápidamente y, al permanecer en el agua, son aprovechados por el fitoplancton para la producción de alimentos. (Moreta, 2008)

la temperatura óptima para la desnitrificación es de 25°C o superior, aunque puede ocurrir entre los 5 a 75°C. (Coyne, 2000)

La temperatura es uno de los factores ambientales mas importantes que influyen en la proliferación y supervivencia de los microorganismos a medida que aumenta las reacciones enzimáticas y tasas de reproducción. (Arse, 2005)

La temperatura afecta las propiedades físicas y químicas del agua y tiene gran influencia sobre los organismos acuáticos, modificando sus hábitos alimenticios, reproductivos y sus tasas metabólicas. La temperatura es uno de los factores que determinan la cantidad de oxígeno que el agua puede mantener en disolución, como así también afecta la velocidad de reciclado de los nutrientes en un sistema acuático. (watch, 2003)

➤ **Conductividad eléctrica (CE) del agua**

Es la capacidad de transmisión eléctrica del agua entre dos polos. La conductividad en medios líquidos (disolución) está relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación genera iones positivos y negativos capaces de transportar la energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico. Estos conductores iónicos se denominan electrolitos o conductores electrolíticos. (Moreta, 2008)

La conductividad eléctrica permite evaluar rápida pero muy aproximadamente la mineralización global del agua. Las modificaciones importantes de la conductividad pueden interferir rápidamente en el transcurso del día a causa de los vertidos. (Arse, 2005)

➤ **pH del agua**

El pH del agua mide su acidez o alcalinidad. La escala de valores es de 0 a 14 unidades de pH. Las aguas que tienen un pH inferior a 7 son ácidas y las superiores a 7 son básicas.

Los lagos hipereutróficos que son ricos en materia orgánica poseen valores de pH bajos (aguas ácidas) turbas, pantanos. (Moreta, 2008)

2.2.7. Clasificación de cuerpos de agua

Los lagos se pueden ampliamente clasificar de oligotrófico, mesotrófico, eutrófico o hipereutrófico según la concentración de nutrientes en el cuerpo de agua y/o basados en manifestaciones ecológicas de la carga nutritiva. Estas llamadas categorías tróficas donde a menudo están basadas en concentraciones de fósforo totales, concentraciones de la clorofila y visibilidad del disco de Secchi. (Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2010)

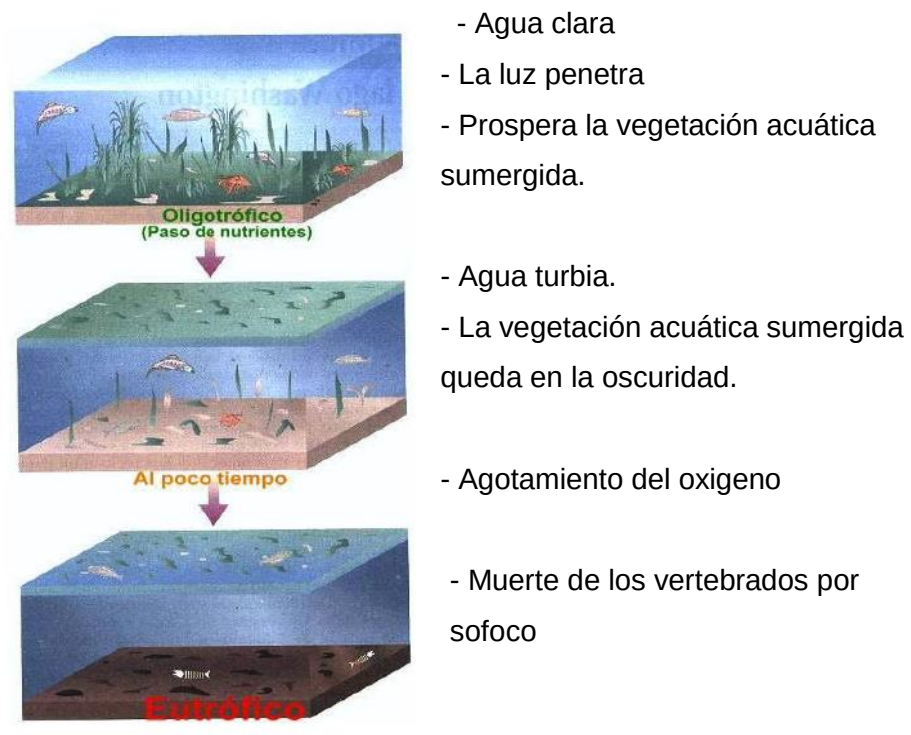
El término eutrofización de cuerpos de agua se aplica a un fenómeno de evolución natural, que en términos simples puede resumirse de la siguiente forma (Water on the web, 2011)

- **oligotrófico:** Lago que tiene bajas concentraciones de nutrientes y el crecimiento de la planta baja, bajo nivel de profundidad biológica, agua clara, algunas plantas acuáticas, pocos peces no mucha flora y fauna y fondo luminoso
- **Mesotrófico:** Moderado nivel de productividad, claridad de agua y plantas acuáticas.

- **Eutrófico:** Lago ("nutrido") tiene altas concentración de nutrientes y el crecimiento de la planta alta, alto nivel de productividad, claridad del agua y pocas plantas acuáticas. Gran potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre.
- **Hipereutrófico:** Altísimos niveles de profundidad biológica, muy pobre claridad del agua y abundancia de plantas acuáticas y potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre.

•

- *Figura N° 8: Esquema del proceso de eutrofización*



Fuente:(Bernard, Nebel, & Wrigth, 1999)

2.2.8. Criterios para la evaluación del estado trófico

2.2.8.1. Estado trófico basado en variables que indican eutrofización por variable (OECD y APHA)

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1982 estableció una secuencia de categorías tróficas cimentado en las

concentraciones de fósforo total, clorofila “a” y transparencia con el disco de Secchi. (Cuadro N°6)

Dada la compleja interacción entre las numerosas variables que intervienen en la eutrofización, (Vollenweider & Kerekes, 1981) llegaron a la conclusión de que es imposible establecer una limitación estricta entre las distintas categorías tróficas.

Cuadro N° 6: Valores límites de la OECD para un sistema completo de clasificación trófica.

Categoría Trófica	P_{total} (ug/l)	Chl a (ug/l)	Transparencia Ds (m)
Ultraoligotrófico	< 4	< 1	> 6
Oligotrófico	4 - 10	1 – 2.5	6 - 3
Mesotrófico	10 - 35	2.5 - 8	3 - 1.5
Eutrófico	35 - 100	8 - 25	1.5 - 0.7
Hipereutrófico	> 100	> 25	< 0.7

Fuente: OECD, 1982

Teniendo en cuenta el APHA, los valores para definir el estado trófico según la variable de nitrógeno (NO₃-N) es la siguiente:

Cuadro N° 7: Clasificación general (internacional) tipificadora del estatus trófico o productivo de lagos y lagunas (APHA, 1981)

Estado trófico	Nitrógeno (NO₃-N) (µg/l)
Oligotrófico	1 – 50
Mesotrófico	60- 200
Eutrófico	> 200

Fuente: APHA, 1981

2.2.8.2. Índice de estado trófico (TSI)

El índice de estado trófico (TSI) de (Carlson R. , 1977) utiliza la biomasa de algas como la base para la clasificación del estado trófico. Tres variables, pigmentos de clorofila “a”, profundidad de Secchi y fósforo total.

Cualquiera de las tres variables teóricamente puede ser utilizado para clasificar una masa de agua. Esto es particularmente útil en los programas de seguimiento de un lago, donde la profundidad de Secchi es a menudo la única variable que puede ser medido a bajo costo. Para los fines de clasificación, se da prioridad a la clorofila, ya que esta variable es el más exacto de los tres en la predicción de la biomasa de algas. Según Carlson, 1977, fósforo total puede ser mejor que la clorofila en la predicción del estado trófico de las muestras de verano y de invierno, y la transparencia sólo se debe utilizar si no hay mejores métodos disponibles.

Cuadro N° 8: Escala de valores del estado trófico en los cuerpos de agua.

Estado de eutrofia	Transparencia Ds (m)	P _{total} (mg/m ³)	Chl a (mg/m ³)
Oligotrófico (TSI < 30)	>8	< 6	< 0.95
Mesotrófico (30 < TSI < 50)	8 - 2	6 - 24	0.95 – 7.3
Eutrófico (50 < TSI < 70)	2 – 0.5	24 - 96	7.3 - 56
Hipereutrófico TSI > 70	< 0.5	> 96	> 56

Fuente: Carlson, 1977

Cuadro N° 9: *Fórmulas para estimar el estado trófico aplicado a los indicadores de eutrofia.*

Parámetros de eutrofización	Carlson (TSI)
Claridad del agua (D_s) (m)	$TSI_{D_s} = 60 - 14.41 \ln(D_s)$
Fosforo total (P_{total}) (mg/m^3)	$TSI_{P_{total}} = 14.42 \ln(P_{total}) + 4.15$
Clorofila "a" (Chl. a) (mg/m^3)	$TSI_{CHL} = 9.81 \ln(Chla) + 30.6$
Nitrógeno total (N_{total}) (mg/l)	$TSI_{TN} = 54.45 + 14.43 \ln(TN)$

Fuente: Carlson, 1977

2.2.9. Productividad primaria

Es realizada por organismos autótrofos como el fitoplancton y las algas acuáticas y consiste en la intensidad que tienen las plantas (productores de un ecosistema) para capturar y almacenar una cantidad dada de energía (productividad primaria), donde parte de esta energía (la que forma los tejidos vegetales) es consumida por animales herbívoros o usada por otros organismos cuando la planta muere. (Mark, Lugo, & Brown, 1981)

Los factores que con mayor frecuencia limitan la productividad primaria son la disponibilidad de luz, de nutrientes, la temperatura, la intensidad de la corriente y del ramoneo. Entre los nutrientes, los que resultan limitantes más a menudo son el nitrógeno y el fósforo. (Moreta, 2008)

La productividad de las fotosíntesis en la base de la cadena alimentaria en los ecosistemas. Esto se refiere al rendimiento del nuevo crecimiento de la biomasa (planta) durante un período de tiempo especificado. Acumulación de año todo se denomina producción anual. En las aguas abiertas de Lagos se calcula normalmente por tasas de crecimiento medido de fitoplancton (algas), ya sea a través de la acumulación O_2 en luz relativo a oscuras botellas de agua del lago o por la absorción de dióxido de carbono radiactivo añadida en botellas selladas de agua del lago. (Water on the web, 2011)

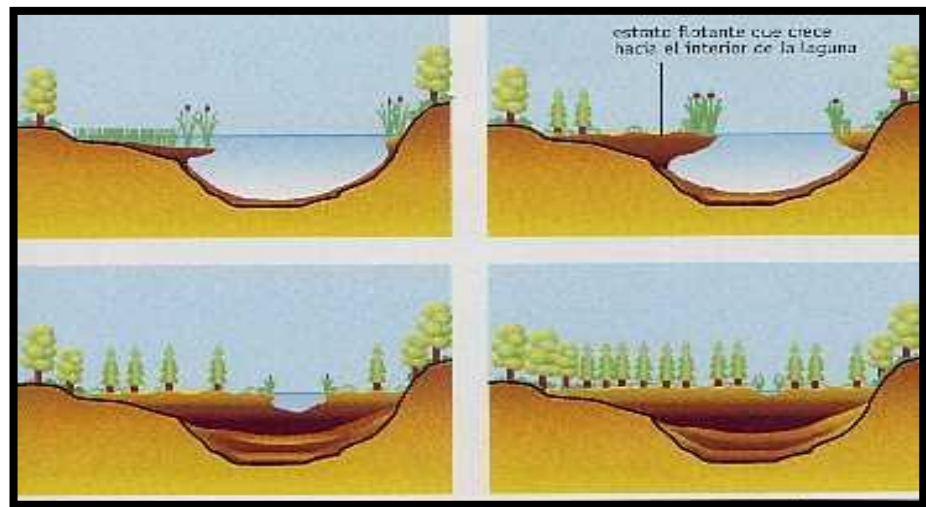
2.2.10. Colmatación en lagos (Fernández, 2006)

La colmatación produce en primer lugar una importante pérdida en la capacidad del lago, la laguna o el embalse, al quedarse con poca agua libre, generalmente además turbia y poco oxigenada, debido a la presencia de gran cantidad de materia orgánica disuelta y a los procesos de descomposición de dicha materia. Además, pierden también la capacidad reguladora de las crecidas, al no ser capaces de aceptar un gran volumen de agua. Asimismo, el arrastre erosivo de suelo fértil supone otra grave pérdida.

La colmatación es un fenómeno natural que se ha visto acelerado en los últimos años por los procesos causados por el ser humano, como la deforestación, las prácticas agrícolas incorrectas, el sobrepastoreo o la sobreexplotación de acuíferos. La extensión de los suelos agrícolas en aquellas superficies que anteriormente eran ocupadas por vegetación que impedía la colmatación, o la construcción de infraestructuras viarias, fundamentalmente los caminos que dan acceso a las fincas, actúan en este sentido de forma desfavorable.

Otro problema importante asociado a la colmatación es la reducción de la capacidad de recarga de los acuíferos, formaciones geológicas subterráneas que permiten el flujo y la extracción de agua del subsuelo. La recarga artificial de acuíferos permite, a través de una serie de técnicas, la introducción de manera directa o indirecta de agua en un acuífero, con lo que se incrementa la disponibilidad de recursos hídricos y se mejora su calidad. Sin embargo, si se produce una acumulación de materiales sobre la superficie de infiltración del agua el acuífero pierde su capacidad de recarga. Por ello, es necesario contar con sistemas de limpieza y descolmatado de las instalaciones.

Figura N° 9: Proceso de colmatación de un lago



2.2.11. Causas de la eutrofización

La causa principal de la eutrofización es el incremento de la carga de nutrientes por vías, fundamentalmente de las diferentes fracciones de fósforo y nitrógeno.

Una causa principal de la eutrofización es la creciente descarga de residuos orgánicos y fertilizantes utilizados en la agricultura y arrastrados por las aguas de escorrentía. Así la eutrofización tiende a coincidir con sistemas de riego, grandes obras hidráulicas y formas de agricultura moderna en donde se recurre a ingentes cantidades de fertilizantes, a menudo excesivas. No es de extrañar, por tanto que en los ríos europeos se detecten los niveles más elevados de nutrientes, siendo el Loira el río más eutrófico de Europa. (Gallegos, 2009)

Las causas de eutrofización pueden ser naturales (aportes atmosféricos: precipitación, resuspensión de los sedimentos del fondo, descomposición y excreción de organismos, fijación de nitrógeno por microorganismos) y antropogénicas (vertidos de residuos industriales, agrícolas y de plantas de tratamiento, tanques sépticos, uso de detergentes, aportes de contaminación por agua de lluvia, sistema de alcantarillado de pueblos). (Arse, 2005)

Una de las más antiguas causas es la descarga de aguas residuales, las cuales son ricas en nutrientes, contribuyendo al cambio trófico del cuerpo de agua receptor. (Moreno, Quintero, & López, 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1 Método y técnica

3.1.1 Método

Se utilizó los métodos descriptivo y analítico, para caracterizar el objeto de estudio y así determinar el nivel de eutrofización en la laguna Conococha.

3.1.2 Técnica

Para el logro de los objetivos se utilizó las siguientes técnicas:

***Técnica de compilación, selección y síntesis bibliográfica**, el estudio se fundamenta en la investigación de textos escritos y de internet, para tener una visión general del problema y cumplir con los objetivos planteados.

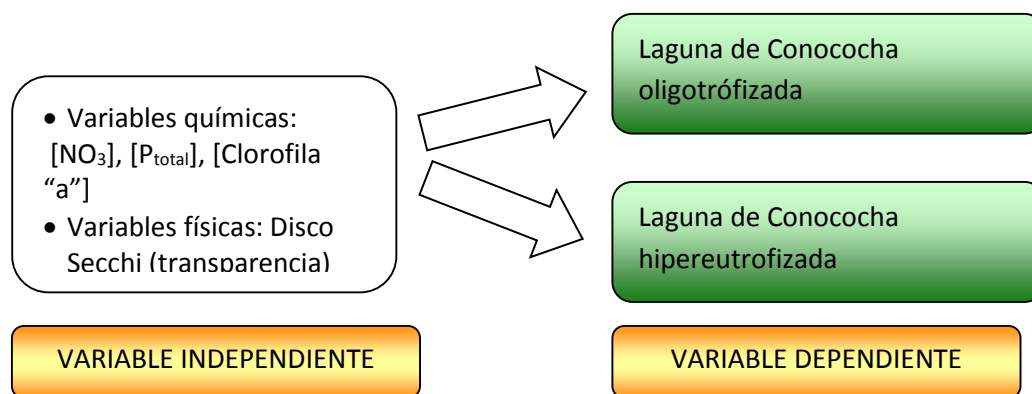
***Técnica descriptiva**, porque señala las características del objeto sin llegar a profundizar sus causas.

***Técnica explicativa**, porque explica el porqué del estado actual del ámbito de estudio, fundamentalmente de la laguna Conococha.

***Técnica de datos en campo**, porque permitió observar directamente en el lago de Conococha, algunos aspectos de la problemática estudiada.

3.1.3 Diseño

El diseño de investigación corresponde a un estudio analítico cualitativo no experimental. A continuación se grafica el diseño considerando las variables de importancia.



El estudio se centró en la laguna Conococha. La caracterización tuvo como propósito determinar cuantitativamente y cualitativamente la exposición a condiciones específicas de concentración de factores de eutrofización.

3.2 Etapas de estudio

3.2.1 Recopilación de información

La primera etapa consistió en recopilar la información bibliográfica disponible de Universidades, Centros de Investigación, Instituciones Públicas o Privadas, etc., relacionada principalmente con el área de estudio, problemática ambiental, estados tróficos en lagunas.

3.2.2 Determinación del nivel trófico de la laguna Conococha

A) Zonas de muestreo

Se delimitaron cuadrantes en la superficie de la laguna y se tomaron las muestras de cada punto de muestreo.

Para la ubicación exacta se consideraron los siguientes aspectos (Autoridad Nacional del Agua, 2011):

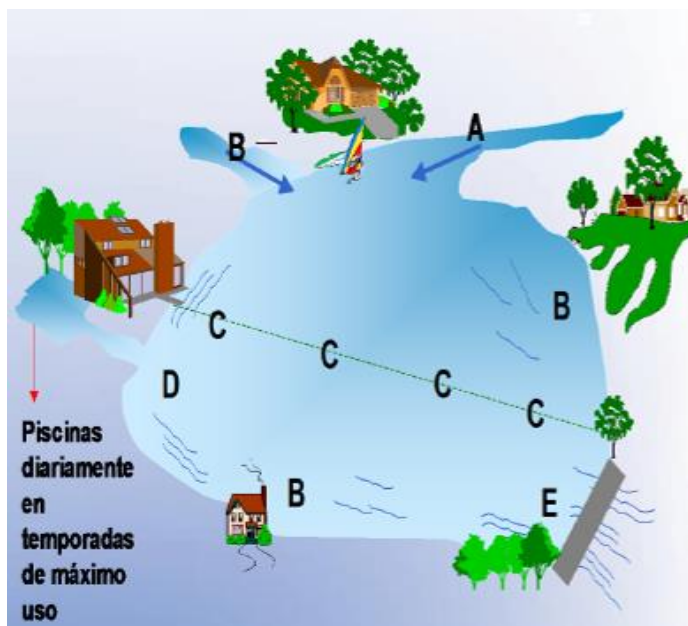
- Acción del viento

- Ubicación de ingresos y salidas de efluentes (cuerpos de agua naturales o trasvases)
- Presencia de algas (macrofitas)
- Zonas con eutrofización

Y el trazo de transectos longitudinales, fueron sugeridos por la asesora de la Pontífice Universidad Católica del Perú (PUCP), considerando:

- Ubicación de fuentes contaminantes, vertimientos, botaderos de residuos sólidos, etc.).
- Ubicar áreas del cuerpo de agua donde se desarrollen actividades específicas (zona de pesca, recreación, etc.).
- Distribuir los puntos en transectos definidos en torno a una actividad específica
-

• *Figura N° 10: Distribución de transectos*



Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2011)

Cuadro N° 10: Ubicación de puntos de monitoreo

PUNTOS DE MONITOREO	COORDENADAS (WGS 84)	
	ESTE	NORTE
C-01	249800	8880444
C-02	248973	8879222
C-03	249712	8880276
C-04	249800	8880523
C-05	250144	8880445
C-06	251479	8887904

b) Descripción:

El estudio se centró en la Laguna Conococha, donde se ubicaron 06 puntos de monitoreo (C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06), la selección de dichos puntos fue determinada mediante el trazo de transectos longitudinales y de aspectos considerados en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial (Autoridad Nacional del Agua, 2011)

La determinación de la transparencia del espejo de agua, se realizó mediante el uso del disco de Secchi llevado a modo de probeta (un círculo de 2,5 cm de diámetro, dividido en cuadrantes pintados alternadamente de negro y blanco, ubicado en la base de un tubo transparente con un cañito y una madera a un costado a modo de cinta métrica, que permiten graduar el nivel del agua dentro del tubo y medir el nivel de la transparencia del espejo de agua respectivamente).

Fotografía N° 1: Probeta para medir la transparencia



La extracción del agua de la laguna fue con la ayuda de una jarrita y vertido en la probeta de Secchi hasta que el disco colocado en la base desaparezca o no se distinga a simple vista.

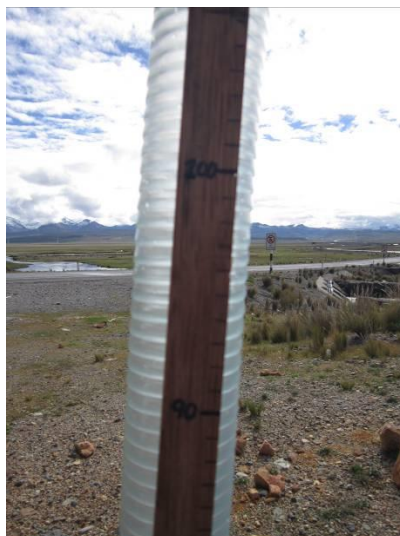
Fotografía N° 2 : Medición de la transparencia



Se eliminó lentamente el agua de la probeta mediante el cañito instalado en la base hasta que vuelva a aparecer o distinguirse el disco de blanco y negro colocado en la base de la probeta y finalmente se registró la

profundidad de Secchi en nuestra hoja de datos (lectura de la altura a la cual llega el agua).

Fotografía N° 3 : Toma de datos de la transparencia



Para la determinación de clorofila “a” se utilizó el método APHA N° 10200-H. método espectrofotométrico (APHA, AWWA,WPCF, 1992)en el cual previamente se debe realizar una extracción de ésta para luego realizar la determinación espectrofotométrica de la clorofila “a”.

Para la determinación de nitrógeno se utilizó el método 4500- Norg B, método espectrofotométrico ultravioleta selectivo (APHA, AWWA,WPCF, 1992), que mide la absorbancia del NO_3 en 220nm.

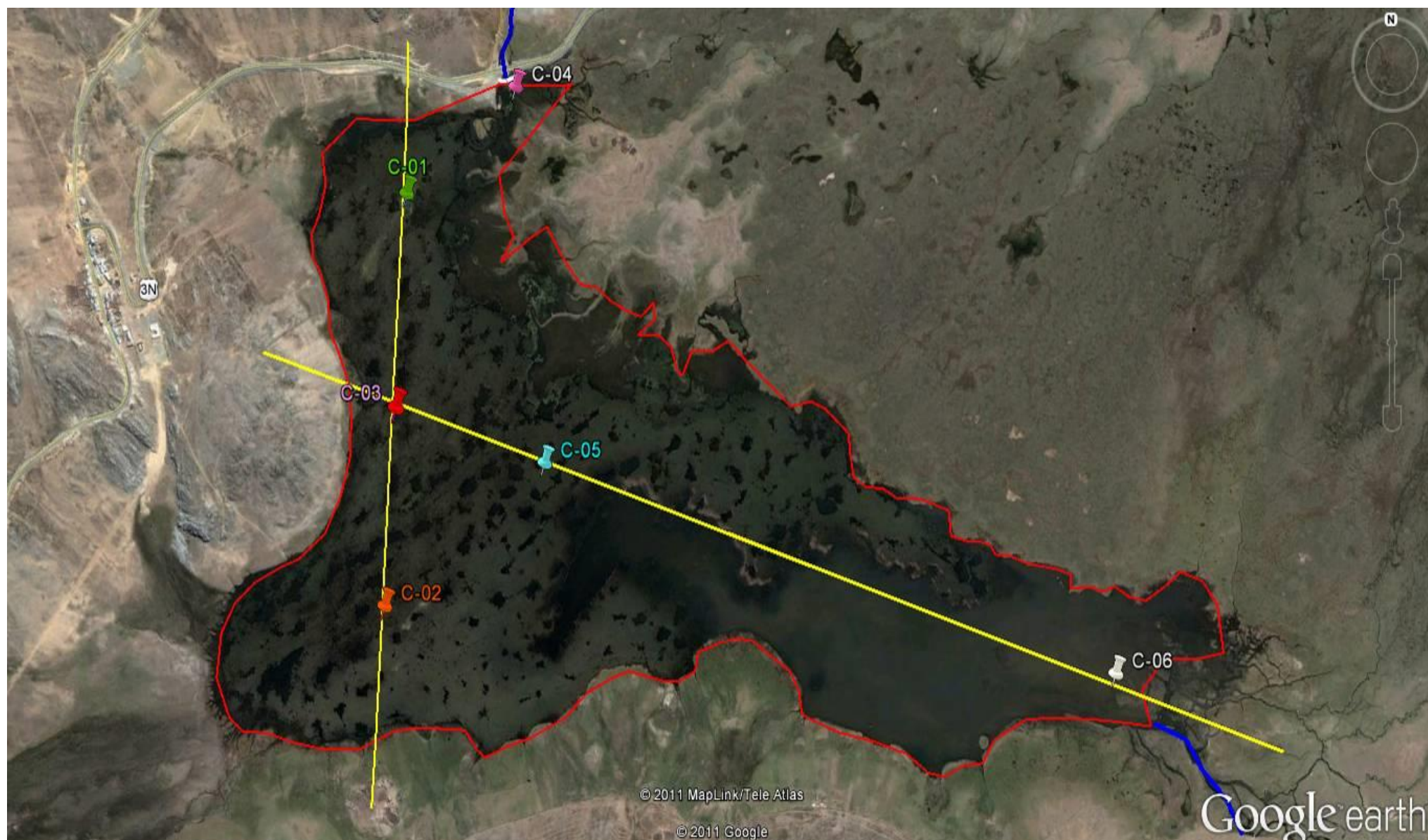
El fósforo se determinó usando el método 4500-P, el método del clorimétrico del ácido vanadomolibdo fosfórico (APHA, AWWA,WPCF, 1992), que mide a una absorbancia de 400-490nm.

c) Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se efectuó realizando un muestreo en la temporada de lluvia y un muestreo en la temporada de estiaje. Esto

debido a las temporadas diferenciadas que presenta el lugar de estudio, y así poder obtener muestras representativas de la zona evaluando la influencia de las condiciones ambientales sobre el proceso de eutrofización.

Figura N° 11: Puntos de monitoreo



d) Parámetros involucrados y tipo de análisis

Los parámetros considerados para este análisis se señalan a continuación:

Cuadro N° 11: Parámetros involucrados y tipo de análisis

Naturaleza del parámetro	Tipo de parámetro	Método y/o técnicas
Físico	Temperatura (T°), Conductividad Disco Secchi. pH	Medición “ <i>in situ</i> ”
	Sólidos suspendidos	Análisis de laboratorio
Químico	Oxígeno disuelto (OD), fósforo total, nitrógeno-nitrato (N-NO ₃)	Análisis de laboratorio
Biológico	Clorofila “a”(Chla)	Análisis de laboratorio

Para la determinación del nivel trófico de la laguna Conococha se utilizaron las metodologías propuestas por: OECD,1982, APHA, 1981 y Carlson (TSI), 1977.

3.3 Procedimiento

3.3.1 Procedimiento para la toma de muestras y la lectura de parámetros de campo

Para la toma de muestras y la lectura de los parámetros de campo, se efectuó en una primera instancia el armado de dos botes; uno con la capacidad para soportar 4 pasajeros y el otro diseñado para soportar 3 pasajeros.

Fotografía N° 4 : Armado de botes para ingresar a la laguna.



La toma de las muestras se realizó de la siguiente manera:

- Las muestras tomadas para los análisis de sólidos suspendidos, fósforo total, nitrógeno-nitrato (N-NO_3); se realizaron en frascos transparentes de plástico de un litro, debidamente rotulados para cada punto de muestreo (C-01, C-02, C-03, C-04, C-05 y C-06). Dichos frascos se preservaron a cuatro grados centígrados, se ingresaron al laboratorio antes de las 24 horas con su respectiva cadena de custodia de acuerdo al procedimiento de muestreo de agua superficial del laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Fotografía N° 5: Toma de muestras



- Las muestras que se tomaron para los análisis de clorofila “a” en temporada de lluvias, se realizaron en frascos de vidrio ámbar para evitar exponerlas a la luz. Estos frascos se rotularon para cada punto de muestreo (C-01, C-02, C-03, C-04, C-05 y C-06), se preservaron a 4 °C y se ingresaron al laboratorio de calidad ambiental con su respectiva cadena de custodia y analizados en el laboratorio de la Universidad Cayetano Heredia.

La lectura de parámetros de campo se realizó con el uso del equipo multiparamétrico y el disco de Secchi de la siguiente manera:

- Los parámetros de campo, son por lo general los análisis que se deben realizar lo más pronto posible (*in situ*) de una muestra o un punto de monitoreo, razón por la cual se efectuó la lectura del pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura de inmediato mediante el uso del equipo multiparamétrico según el instructivo de uso del equipo multiparamétrico WTW del laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”.

Fotografía N° 6: Toma de datos de campo.



- La medición de la transparencia del espejo de agua de la laguna Conococha, se realizó mediante el uso de la metodología del disco de Secchi llevada a modo de probeta, la cual consiste en llenar agua del punto de monitoreo/muestreo a ésta, hasta que la base pintada de blanco y negro no se pueda observar con claridad, es en ese momento en el cual se toma la lectura del nivel alcanzado por el agua dentro de la probeta, la cual nos determina la transparencia del espejo de agua de la laguna (la profundidad que tiene ésta).

Fotografía N° 7: Medición de la transparencia del espejo de agua de la laguna Conococha



3.3.2 Procedimiento para el análisis de la clorofila “a”

El análisis y determinación de la clorofila “a” (en temporada de lluvia y estiaje), se realizó haciendo uso de los siguientes materiales, equipos e insumos:

3.3.2.1 Extracción de pigmentos

1º se procedió a evaluar la concentración del fitoplancton presente en cada muestra de agua por filtración, utilizando membranas millipore tipo HA (poros de 0,45 μm , 47 mm de diámetro), bomba de succión y embudo de cristal (se filtró el contenido total de la botella -1lt); Como las muestras poseían una alta concentración de material particulado (sedimentos o derbis), se hizo uso de más de una membrana (de 2 a 3) para concentrar las muestras de cada punto. Previo a la filtración, se procedió a forrar los equipos y materiales de filtración con papel de aluminio, para prevenir la exposición de la muestra de agua a la luz y se trabajó en un ambiente oscuro con la finalidad de reducir la iluminación lo más posible (se trabajó en el segundo piso del laboratorio de Calidad Ambiental, ex aulas del pabellón D).



2º Después de la filtración, se procedió a colocar la membrana en un homogenizador de tejido (matraz), luego se añadió 2 ml

de acetona alcalinizada con la finalidad de macerar la muestra haciendo uso de un pistón de vidrio esmerilado, siempre manteniendo cubierto el homogenizador de tejido (matraz) con papel de aluminio; acto seguido se transfirió el material resuspendido a un tubo de homogenización (tubo de ensayo) y se procedió a macerar la muestra utilizando el procedimiento antes descrito (añadiendo 2 ml de acetona alcalinizada).

3º Se transfirió la muestra macerada a un tubo de centrífuga de cristal, con tapa de rosca y siempre forrado con papel de aluminio, se lavó el pistón y el tubo de homogenización con 3 ml de acetona alcalinizada y se añadió al extracto. Se ajustó el volumen total del extracto a un nivel constante entre 5 y 10 ml, utilizando la acetona alcalinizada (se usó el solvente moderadamente evitando la dilución excesiva del extracto). Finalmente se colocó el extracto a 4°C (refrigeradora) hasta el día siguiente.



4º Una vez transcurridos las 24 horas de refrigeración y maceramiento del extracto, se realizó la clarificación del extracto mediante la centrifugación de cada muestra por 20 minutos, a 500 rpm para que ya las muestras queden listas para ser leídas mediante el espectrofotómetro.

3.3.2.2 Determinación espectrofotométrica de la clorofila “a”

1º Se realizó la transferencia del extracto a una celda del espectrofotómetro de 1 cm y se leyó la densidad óptica (DO) a 750, 664, 647 y 630nm (un método de comprobar la correcta lectura de las densidades ópticas del extracto, es que el leído a 664nm, debe estar entre 0,1 y 1,0 unidades).

2º Se realizaron las correcciones de los valores de absorbancia de 664, 647 y 630nm, por la turbidez del extracto, restándole a cada uno de ellos la lectura obtenida a 750nm.

3º Se procedió a calcular la concentración de clorofila “a” del extracto utilizando la siguiente expresión:

$$Ca = 11.85*(DO664) - 1.54*(DO647) - 0.08*(DO630)$$

4º Luego de determinar la concentración del pigmento en el extracto, se realizó el cálculo de la cantidad de pigmento por unidad de volumen utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Clorofila-a (mg/m}^3\text{)} = \frac{Ca \times \text{Vol Extracto (L)}}{\text{Vol Muestra Filtrada (m}^3\text{)}}$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Causas principales de la eutrofización de la laguna Conocochoa.

a. Actividad ganadera

Debido a que aproximadamente el 50% de la población se dedica a la actividad ganadera (Censo Nacional 2007), los cuales son pastoreados en los alrededores de la laguna en temporada de lluvia y en las inmediaciones en temporada de estiaje originando una mayor acumulación de materia orgánica que finalmente se deposita en la laguna ya sea por escorrentía (lluvia) o por defecación directa (estiaje).

Fotografía N° 8: Ganadería en época de lluvia



Fotografía N° 9: Ganadería en época de estiaje



Fotografía N° 10: Arrastre de sedimentos producto de la actividad ganadera.



- b. Vertimiento directo de las aguas residuales domésticas y residuos sólidos hacia la laguna.

Según el censo nacional 2007, más del 60% de las viviendas no cuentan con desagüe originando que las personas realicen sus necesidades en los alrededores de la laguna Conococha, y las viviendas que sí cuentan con desagüe desembocan directamente hacia la laguna. El vertimiento de aguas residuales y botaderos de residuos sólidos se registran en laguna Conococha.

Fotografía N° 11: Red pública de desagüe.



Fotografía N° 12: Botadero de residuos sólidos.



Fotografía N° 13: Conducto de aguas residuales domésticas hacia la laguna



4.2. Parámetros físicos

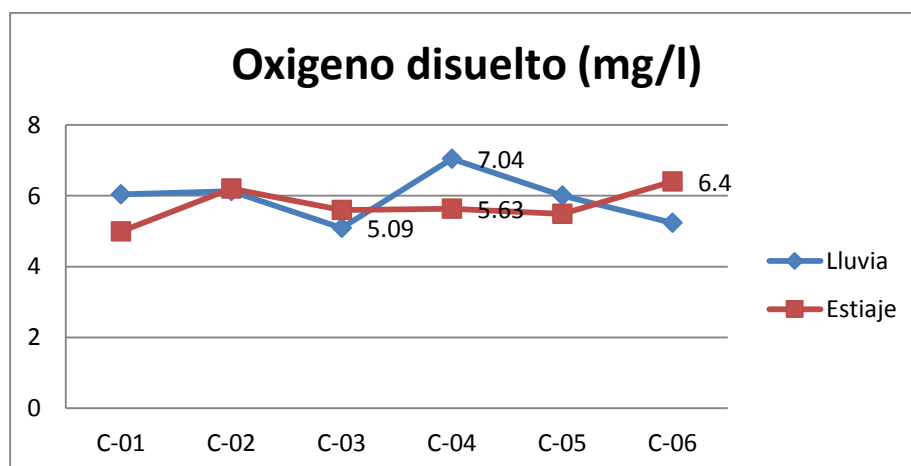
a. Oxígeno disuelto (OD)

Las cantidades de OD presente en la laguna Conococha tanto en la temporada de lluvia (5,9 mg/l), como en la temporada de estiaje (5,7 mg/l), son propicios para el crecimiento y desarrollo normal de los seres vivos. Las concentraciones altas de nutrientes puede cambiar en gran medida el OD durante el día debido a la actividad fotosintética de algas y plantas acuáticas.

Cuadro N° 12: Oxígeno disuelto en la laguna Conococha

OXIGENO DISUELTO (mg/l)		
PUNTOS	lluvia	estiaje
C-01	6,04	4,99
C-02	6,13	6,20
C-03	5,09	5,60
C-04	7,04	5,63
C-05	6,00	5,49
C-06	5,23	6,40
Promedio	5,9	5,7

Grafico N° 4: Oxigeno disuelto en la laguna Conococha



b. Temperatura en la laguna Conococha

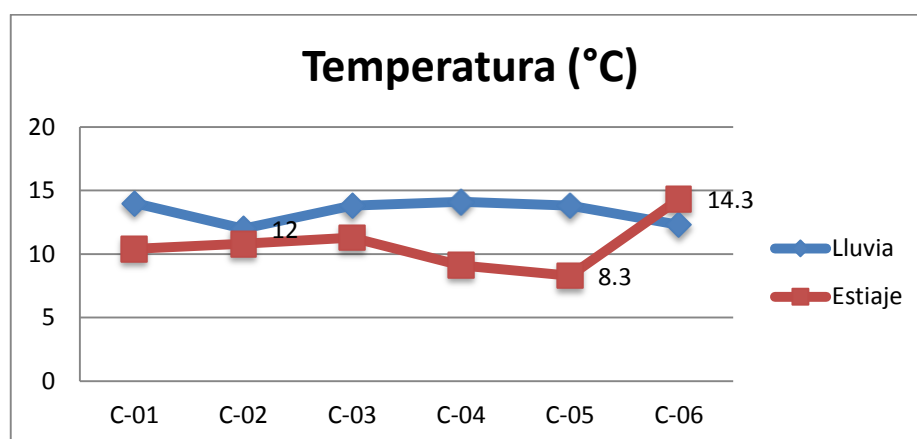
Al ser la temperatura un factor muy importante para la desnitrificación del nitrógeno, así como en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos; los bajos niveles de temperatura promedio (13,3 °C en temporada de lluvia y 10,7 °C en temporada estiaje) generan que estos procesos (desnitrificación, distribución, periodicidad y reproducción de organismos) sean retardados ocasionando que exista una mayor acumulación de nutrientes (para las algas) y por ende un proceso eutrófico más acelerado.

La temperatura es un factor importante para la producción de la clorofila “a”. Además la temperatura afecta la fotosíntesis a nivel estomático y cloroplástico, como también la velocidad de las reacciones metabólicas. (Mariano, Huamán, Mayta, Montoya, & Chanco, 2013)

Cuadro N° 13: Temperatura en la laguna Conococha

TEMPERATURA (°C)		
PUNTOS	lluvia	estiaje
C-01	14,0	10,4
C-02	12,0	10,8
C-03	13,8	11,3
C-04	14,1	9,1
C-05	13,8	8,3
C-06	12,3	14,3
Promedio	13,3	10,7

Grafico N° 5: Temperatura en la laguna Conococha



c. pH del agua

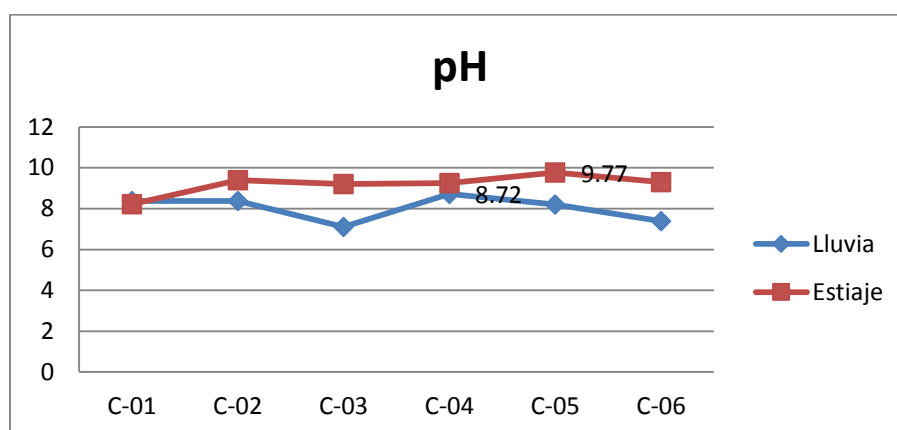
En el cuadro N° 14, se observa que el resultado en temporada de lluvia con menor valor fue de 7,1 y el mayor valor fue de 8,38; y en temporada de estiaje con menos valor de 8,22 y el mayor valor de 9,77.

De acuerdo a los valores promedios obtenidos de pH (8,03 en temporada de lluvias y 9,19 en temporada de estiaje), se induce que esté consignada aún como laguna ya que al poseer valores de pH más bajos (entre 3,3 y 4,5) con tendencia ácida, estaría consignado como turba o pantano.

Cuadro N° 14: pH del agua en la laguna Conococha

PUNTOS	pH	
	lluvia	estiaje
C-01	8,38	8,22
C-02	8,38	9,39
C-03	7,10	9,20
C-04	8,72	9,26
C-05	8,20	9,77
C-06	7,39	9,30
Promedio	8,03	9,19

Grafico N° 6: pH del agua en la laguna Conococha



d. Conductividad eléctrica del agua

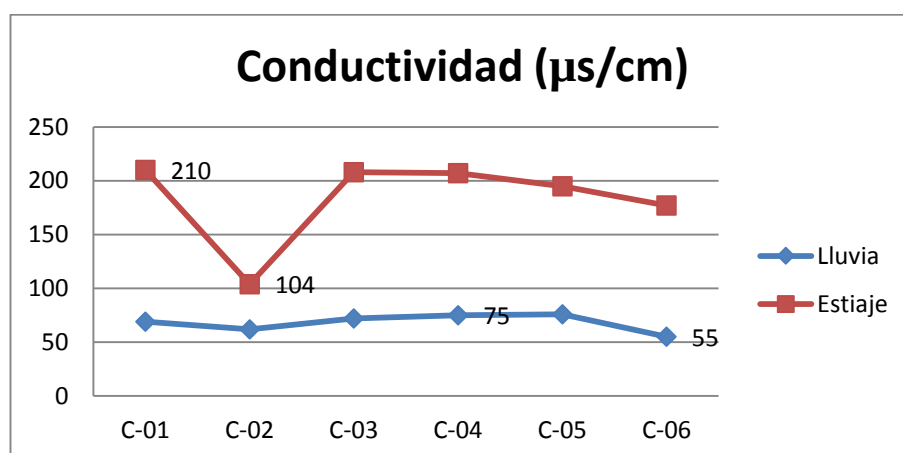
En el cuadro N° 15 se observa que el resultado en temporada de lluvia con menor valor fue de 55 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el mayor valor fue de 76 $\mu\text{s}/\text{cm}$; y en temporada de estiaje con menos valor de 104 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el mayor valor de 210 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

El incremento de la conductividad eléctrica en época de estiaje, está determinada por la mayor presencia de sólidos suspendidos para esta misma temporada, lo cual nos indica un mayor nivel de iones en solución producto de los procesos eutróficos que se generan en el ecosistema lagunar.

Cuadro N° 15: Conductividad eléctrica del agua en la laguna Conococha

CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		
PUNTOS	lluvia	estiaje
C-01	69	210
C-02	62	104
C-03	72	208
C-04	75	207
C-05	76	195
C-06	55	177
Promedio	68,2	183,5

Grafico N° 7: Conductividad eléctrica del agua en la laguna Conococha



e. Sólidos suspendidos en el medio acuático

En el cuadro N° 16, se observa que el resultado en época de lluvia con menor valor fue de 1 mg/l y el mayor valor fue de 2 mg/l; y en época de estiaje con menos valor de 13 mg/l y el mayor valor de 147 mg/l.

Los sólidos suspendidos en la época de estiaje tienen un elevado valor promedio de 69,2 mg/l lo que indica un alto contenido de partículas suspendidas en el agua, imposibilitando el paso de la luz solar para que las plantas y algas realicen con normalidad la fotosíntesis en las profundidades.

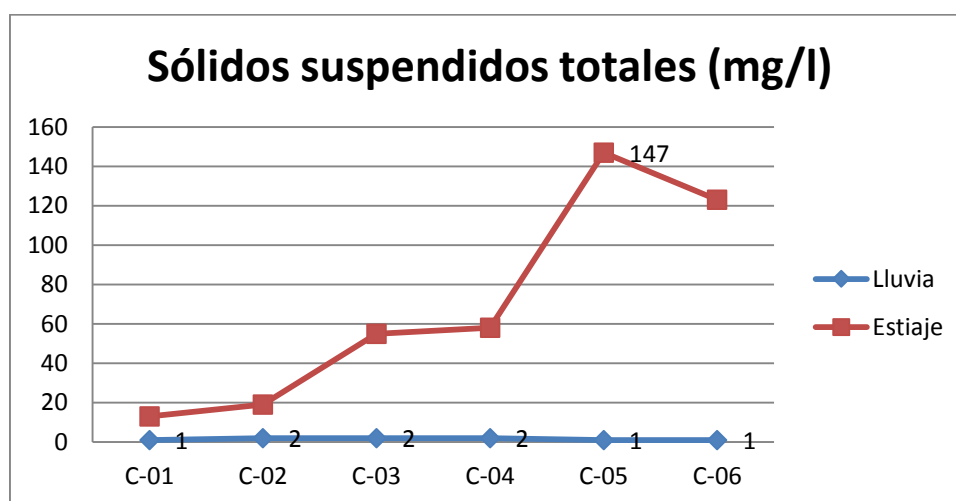
Cuadro N° 16: Sólidos suspendidos en el medio acuático de la laguna Conococha

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)		
PUNTOS	lluvia	estiaje
C-01	1	13
C-02	2	19
C-03	2	55
C-04	2	58
C-05	1	147
C-06	1	123
Promedio	1,5	69,2

Grafico N° 8:

suspendidos en el medio acuático de la laguna Conococha

Sólidos



4.3. Nivel trófico por variables

a. Fósforo total en la laguna Conococha

La carga promedio total de fósforo total en los 6 puntos de monitoreo en la temporada de lluvia fue de 128,9 mg/m³ y estiaje fueron 132,0 mg/m³.

Al comparar las concentraciones de fósforo total obtenidos con la clasificación del nivel trófico propuestas por OECD (1982), se evidencia que la laguna Conococha presenta un nivel **hipereutrófico**, ya que el valor propuesto por la organización es >100 (µg/l) y en el cuerpo de agua se encontró una concentración de 128,9 (µg/l) y 132,0 µg/l en promedio durante las temporadas de lluvia y estiaje respectivamente. Igualmente se obtuvo el mismo resultado (hipereutrófico, TSI = 73,8) utilizando la metodología según Carlson (1977) donde el valor propuesto por el autor es un TSI > 70. El aumento del fósforo total podría atribuirse principalmente a la actividad ganadera, que puede llevar a una degradación seria de las aguas superficiales y subterráneas.

Cuadro N° 17: concentraciones de fósforo total en la laguna Conococha.

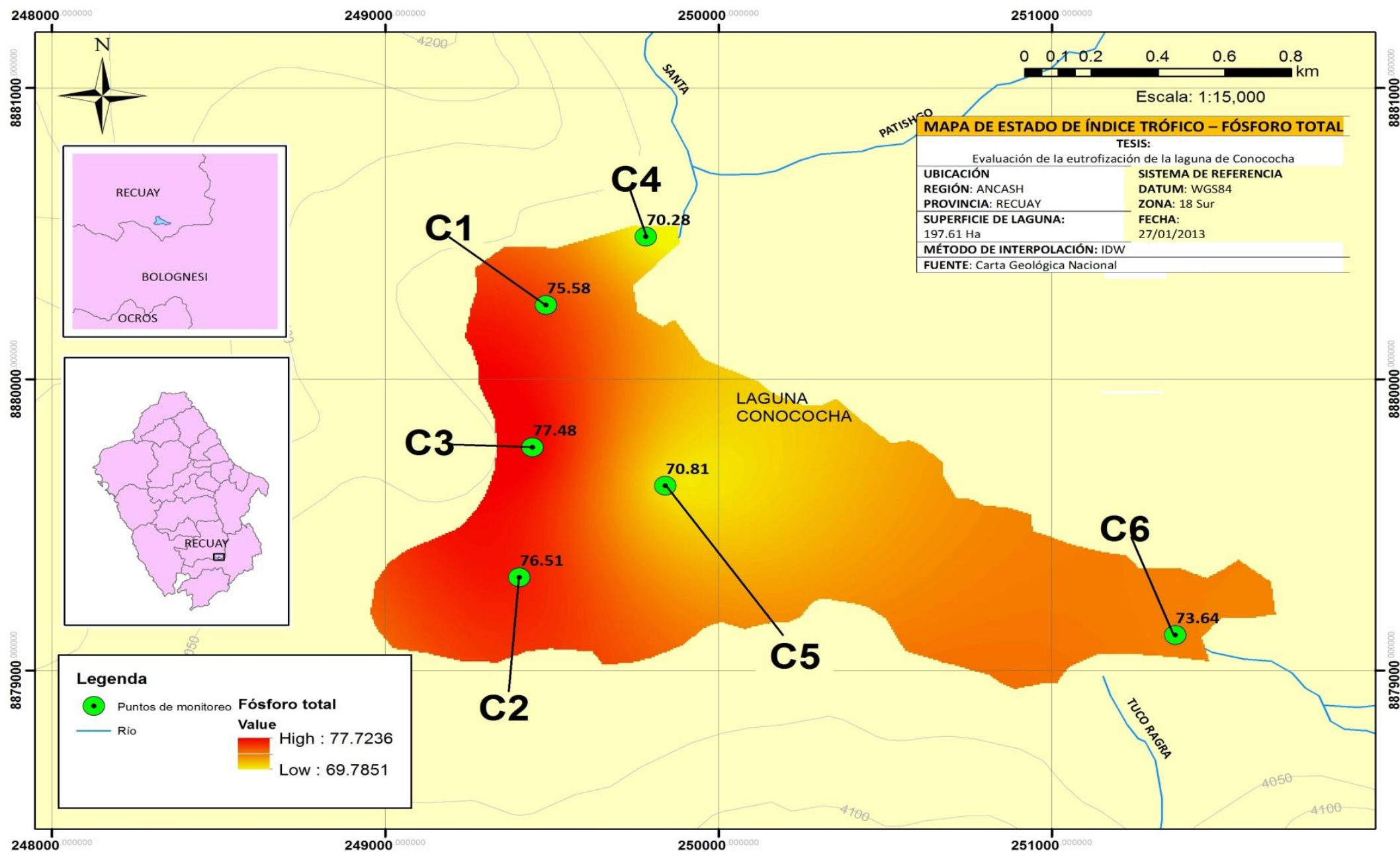
Puntos de muestreo	Fósforo total (lluvia) µg/l	Fosforo total (estiaje) µg/l
C-01	120,1	167,4
C-02	144,2	158,6
C-03	179,8	145,5
C-04	88,4	109,0
C-05	106,7	97,2
C-06	134,1	114,5
Promedio total	128,9	132,0

Mediante el método de la Carlson, el índice de estado trófico promedio del fósforo total para la temporada de lluvia es TSI = 73,8 y para la temporada de estiaje es TSI = 74,2, como se presenta en el cuadro N° 18.

Cuadro N° 18: Índice de estado trófico del fósforo total (TSI_{Pt}), según Carlson

PUNTO	Fósforo total	
	lluvia	estiaje
C-01	73,2	78,0
C-02	75,8	77,2
C-03	79,0	75,9
C-04	68,7	71,8
C-05	71,5	70,1
C-06	74.8	72,5
Promedio total	73,8	74,2

Figura N° 12: Mapa de índice trófico del fósforo total en la laguna Conococha



b. Nitratos en la laguna Conococha

Las concentraciones de nitrógeno total en forma de nitrato se compararon con la clasificación propuesta por el APHA, 1981 (200 µg/l) obteniendo un resultado de 201,7 µg/l y 230,0 µg/l para la temporada de lluvia y estiaje respectivamente, colocando a la laguna Conococha en su máxima clasificación, a un nivel **eutrófico**. Los nitratos pueden alcanzar niveles altos debido a los aportes de las aguas residuales descargadas sin previo tratamiento a la laguna Conococha, sabemos que por estadísticas según INEI-CENSO NACIONAL (2007) la población cercana a la laguna Conococha no cuenta con red pública de desagüe (63%) es por ello que el vertimiento va directamente a la laguna Conococha.

Los aportes de nitrógeno total en forma de nitrato en los diferentes puntos de monitoreo se presenta en el cuadro N° 19

Cuadro N° 19: Concentración de nitratos

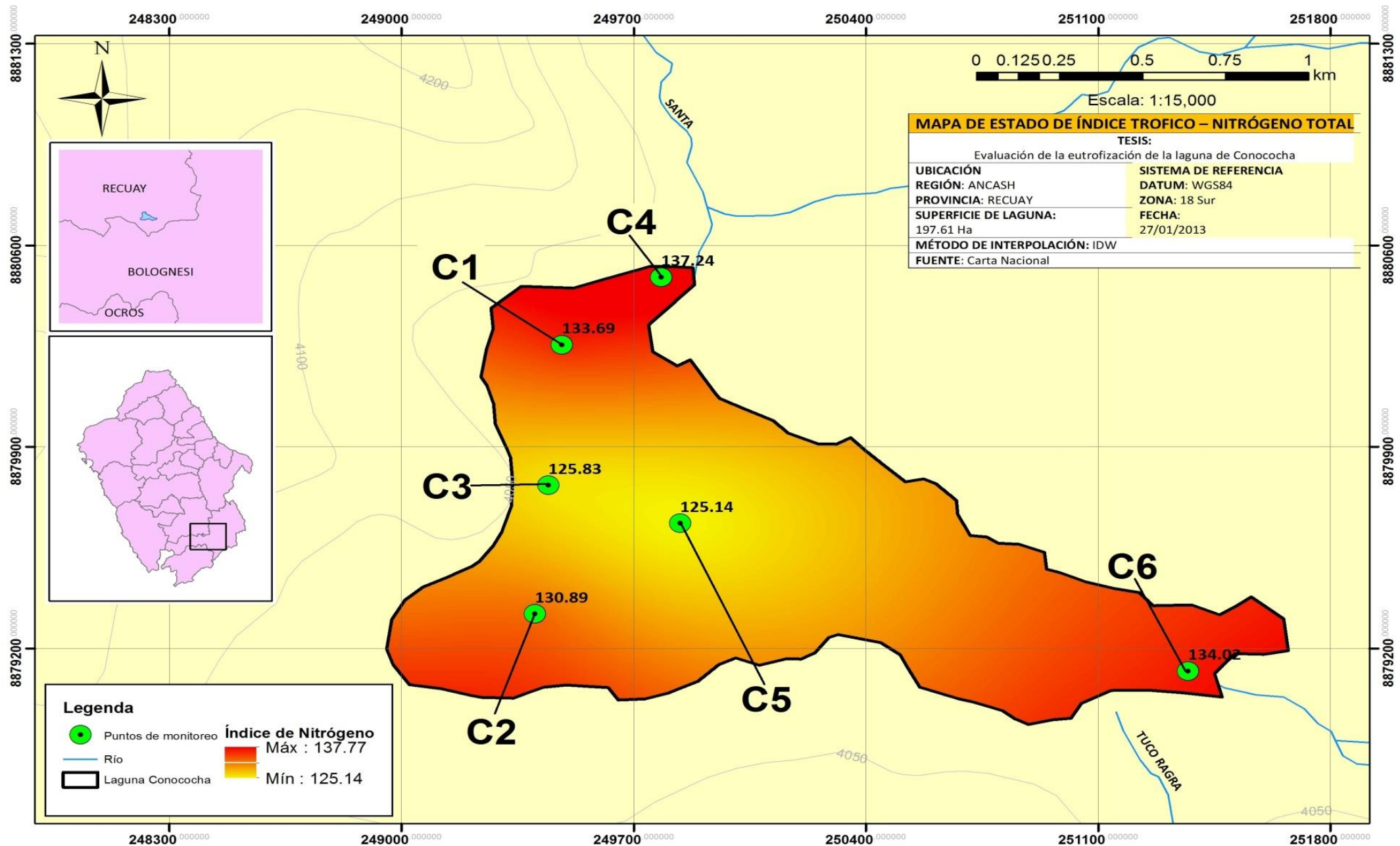
Punto de muestreo	Nitratos (Lluvia) µg/l	Nitratos (Estiaje) µg/l
C-01	190	310
C-02	210	190
C-03	180	110
C-04	260	370
C-05	150	120
C-06	220	280
Promedio Total	201,7	230

Utilizando la metodología según Carlson, 1977 ($TSI > 80$); el índice de estado trófico promedio del nitrógeno total en forma de nitrato para la temporada de lluvia es de 130,8, y para la temporada de estiaje es de 131,5., indicándonos que se encuentra en un nivel hipereutrófico como se presenta en el cuadro N° 20

Cuadro N° 20: Índice de estado trófico del nitrógeno total (TSI_{NT}), según Carlson

PUNTO	Nitrógeno total (N-NO ₃)	
	lluvia	estiaje
C-01	130,2	137,2
C-02	131,6	130,2
C-03	129,4	122,3
C-04	134,7	139,8
C-05	126,8	123,5
C-06	132,3	135,8
Promedio	130,8	131,5

Figura N° 13: Mapa de índice trófico del nitrógeno total en forma de nitrato de la laguna Conococha



c. Clorofila “a” en la laguna Conococha

Los niveles de concentración promedio de la clorofila “a” en los 6 puntos de monitoreo para la temporada de lluvia y estiaje son de 47,1 (µg/l) y 44,8 (µg/l) respectivamente. Obteniendo un promedio anual de 46 (µg/l).

Los resultados de las mediciones de clorofila “a” se compararon con las metodologías propuestas por OECD (1982) y Carlson (1977). De acuerdo a la primera metodología se encuentra en un nivel **hipereutrófico**, ya que el valor propuesto por el autor es $> 25 \mu\text{g/l}$ y el resultado promedio anual obtenido es de $46 \mu\text{g/l}$ (Cuadro N°21). En cuanto a la segunda metodología se encuentra a un nivel **eutrófico** ($50 < \text{TSI} < 70$) debido a que los resultados obtenidos fueron: $\text{TSI} = 68,4$ y $\text{TSI} = 67,9$ (Cuadro N°22). Mariano, *et al* han demostrado que el cambio climático afecta directamente a la vegetación de la laguna Conococha, debido a que el incremento de la temperatura estimula la producción de la clorofila y por ende mayor proliferación de vegetación flotante como los lirios, y de columna de agua con predominio de plantas subemergentes y altas; este hecho induce la eutrofización de la laguna Conococha (Mariano, Huamán, Mayta, Montoya, & Chanco, 2013)

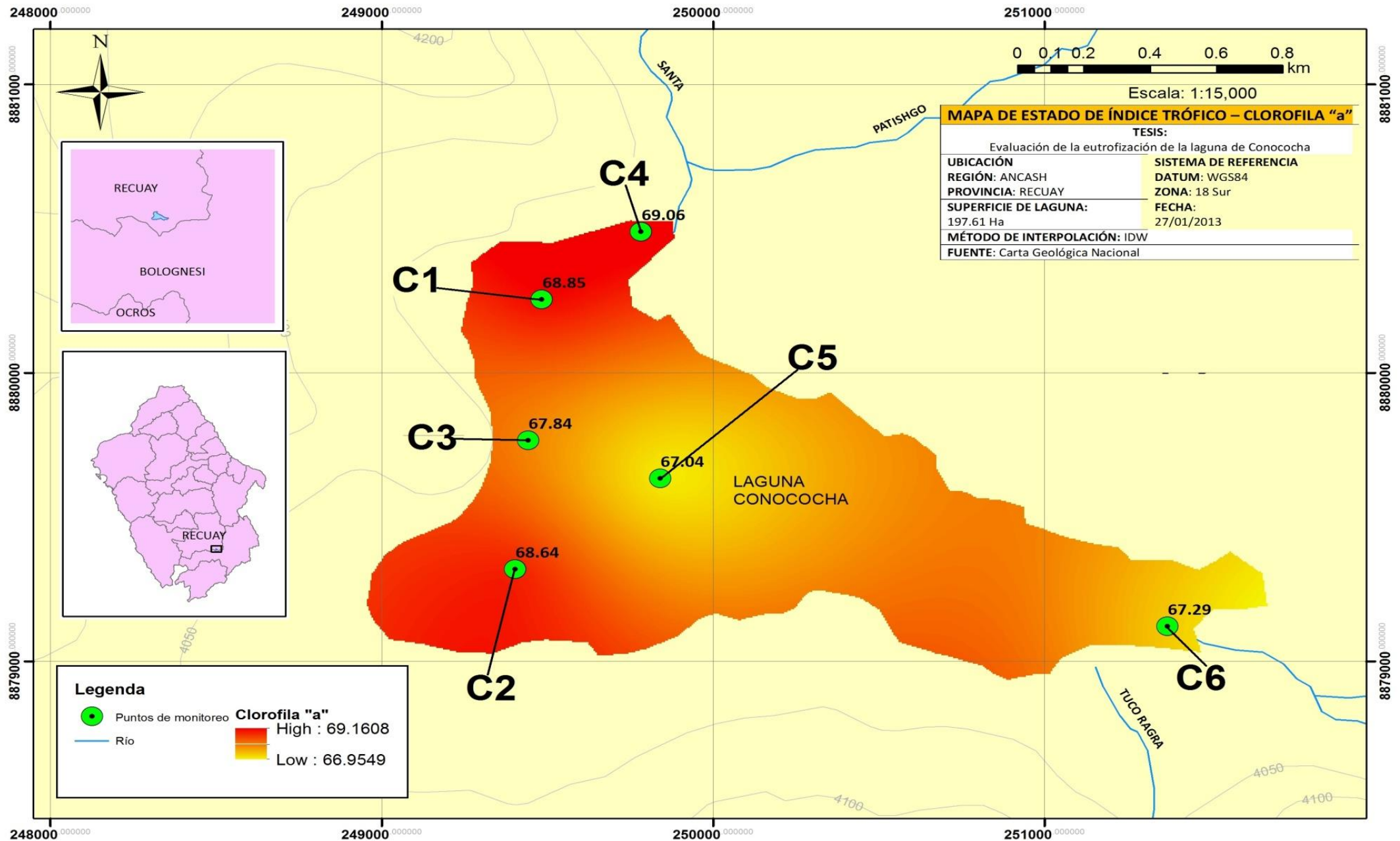
Cuadro N° 21: Concentración de clorofila “a”

Punto de muestreo	Clorofila “a” (ug/l)		
	lluvia	estiaje	Promedio anual
C-01	50,5	48,2	49,4
C-02	49,3	47,3	48,3
C-03	45,5	43,6	44,5
C-04	51,7	49,2	50,5
C-05	42,9	39,3	41,1
C-06	42,9	41,3	42,1
Promedio Total	47,1	44,8	46,0

Cuadro N° 22: Índice de estado trófico de la clorofila “a” (TSI_{CHLa}), según Carlson

PUNTO	Clorofila “a”	
	Lluvia	Estiaje
C-01	69,1	68,6
C-02	68,8	68,4
C-03	68,0	67,6
C-04	69,3	68,8
C-05	67,5	66,6
C-06	67,5	67,1
Promedio	68,4	67,9

Figura N° 14: Mapa de índice trófico de la clorofila "a" de la laguna Conococha



d. Transparencia de la laguna Conococha

Los resultados de las mediciones del disco de Secchi al compararlo con la OECD (1982) se encuentra en un nivel **hipereutrífico** ($< 0,7$ m) ya que se obtuvo 0,69 m y 0,62 m en las temporadas de lluvia y estiaje respectivamente (Cuadro N°23). Teniendo en cuenta al autor Carlson (Cuadro N°24), la laguna Conococha se encuentra a un nivel **eutrófico** ($50 < TSI < 70$) debido a que los resultados obtenidos fueron: $TSI = 66,1$ y $TSI = 67,1$. La poca transparencia puede ser causada por un aumento progresivo en el aporte de sedimentos por los afluentes, la actividad antrópica que habitualmente provoca un incremento en las tasas de sedimentos, particularmente en áreas intensivamente cultivadas o dedicadas al pastoreo (Heathwaite et al 1990; En Oyarzún et al 1997). El crecimiento abundante de las algas provoca la poca visibilidad en las profundidades de la laguna.

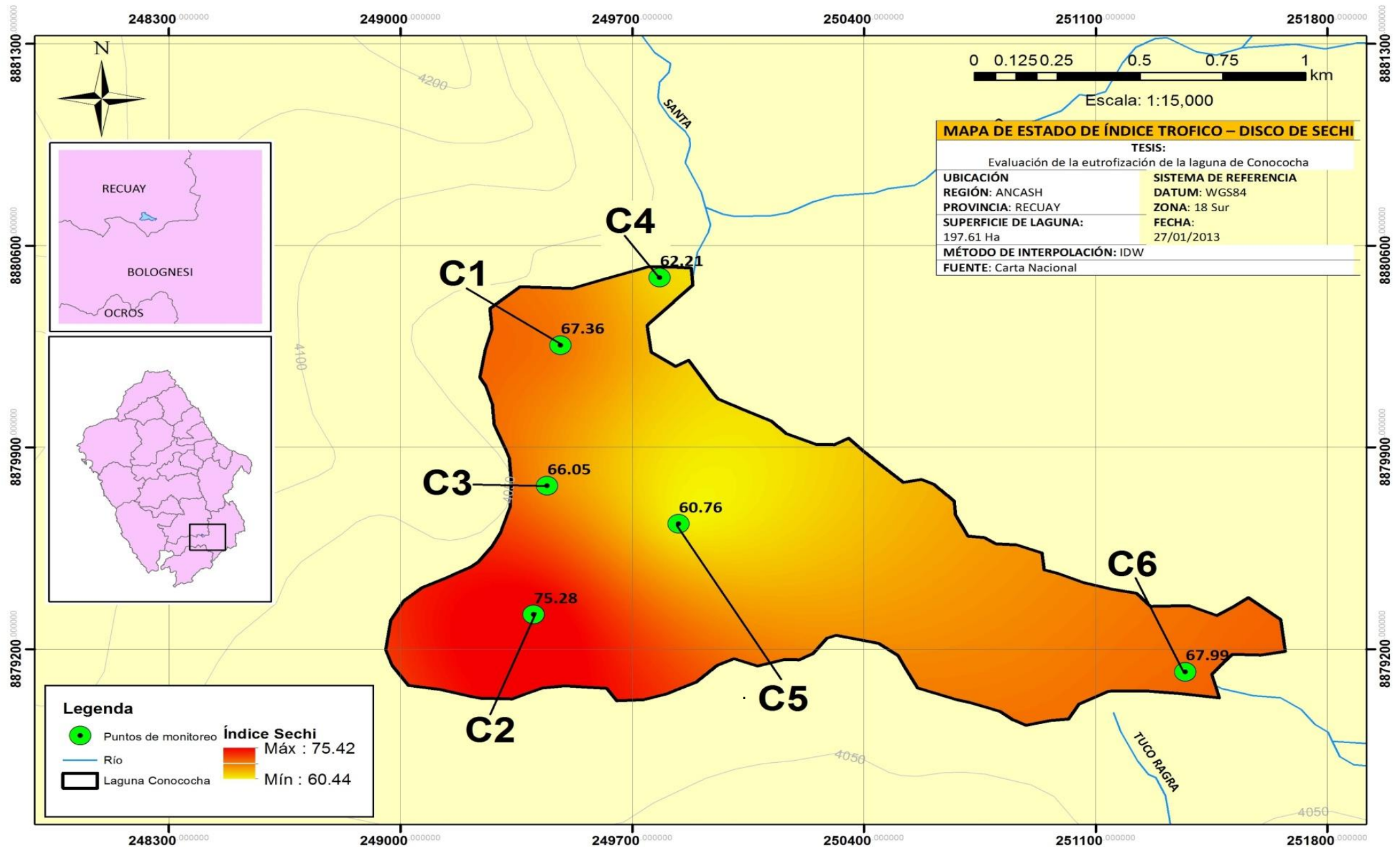
Cuadro N° 23: Medidas con disco de Secchi en la laguna Conococha

Punto de muestreo	Disco de Secchi (m)	
	lluvia	estiaje
C-01	0,6	0,5
C-02	0,4	0,3
C-03	0,6	0,7
C-04	0,9	0,8
C-05	1,0	0,9
C-06	0,6	0,6
Promedio Total	0,7	0,6

Cuadro N° 24: Índice de estado trófico de la transparencia (disco de Secchi) (TSI_{DS}) en la laguna Conococha, según Carlson

PUNTO	Transparencia	
	lluvia	estiaje
C-01	67,4	67,4
C-02	73,2	77,3
C-03	67,4	64,7
C-04	61,2	63,2
C-05	60,0	61,5
C-06	67,4	68,6
Promedio	66,1	67,1

Figura N° 15: Mapa de índice trófico del disco de Secchi de la laguna Conococha



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Nivel trófico de la laguna Conococha

En Perú no existe un sistema para la clasificación de lagos en distintos tipos basado en el estatus trófico. No obstante se utilizó clasificaciones empleadas a nivel internacional como las propuestas por OECD (1982), APHA (1981) y Carlson (1977). De acuerdo a estos criterios se comprobó que la laguna Conococha muestra un **estado eutrófico** para la variable de nitrógeno total e **hipereutrófico** para las variables de fósforo total, clorofila “a” y transparencia.

El avanzado nivel de eutrofización de la laguna Conococha, fundamentalmente se debe a las altas concentraciones de los nutrientes (nitrógeno total y fósforo total) obtenidos, ya que tanto en los antecedentes (Gallegos e Ibarra) como en el marco conceptual (Arse, Rapal y Moreta), se describe tal aseveración. Las altas concentraciones de nutrientes se deben primordialmente a la actividad ganadera (cuyos desechos suponen un 30% de la carga de fósforo, según la FAO 1996), donde encontramos aproximadamente 8072 cabezas de ganado en lo que respecta solo a ovino (CARE, 2012) sin contar con un número de ganado vacuno y especies de aves que acrecientan aún más esta carga de nutrientes, este tipo

de contaminante difuso es complicado de eliminar ya que contempla grandes áreas de terreno, donde al ser lavados por la escorrentía llegan a la laguna; vertimientos de aguas residuales y botaderos, donde se registra a la laguna Conococha como uno de estos lugares identificados (MINAM, 2010) confirmando esta información con la visita “*in situ*” y la entrevista a los pobladores, quienes afirman que no transita un recolector y depositan sus residuos en los alrededores de la laguna Conococha.

La temperatura también juega un papel importante debido a que la temperatura de la laguna Conococha es relativamente baja esto hace que se retarde el proceso de desnitrificación, donde sabemos que por teoría la temperatura óptima para la desnitrificación es mayor a 25°C, este hecho ocurre en las lagunas de Junín donde el reciclaje de la materia orgánica es lenta debido a que la temperatura de sus aguas bordean los 11°C.

Como la clorofila “a” y transparencia del disco Secchi se ubican en rangos hipereutróficos, el controlar la cantidad de nutrientes es importante para hacer volver estas variables a un estado más manejable, como por ejemplo el eutrófico o mesotrófico. Esto le daría a las aguas de la laguna Conococha más opciones para su uso a futuro.

La segunda variable que determina el avanzado nivel trófico de la laguna Conococha es la clorofila “a”, debido a la proliferación de las algas que justamente tiene que ver con las altas concentraciones de nutrientes, donde el incremento de la temperatura estimula la producción de la clorofila “a” y por ende mayor proliferación de vegetación flotante como los lirios, con predominio de plantas subemergentes y altas; este hecho induce la eutrofización de la laguna Conococha (Mariano, Huamán, Mayta, Montoya, & Chanco, 2013). Para disminuir el crecimiento de las algas se deben aplicar programas que disminuyan los aportes de nutrientes, y para eso se debe trabajar en las potenciales fuentes como los detergentes, desechos domiciliarios (biológicos), fertilizantes, etc., e impedir que este se encuentre disponible para las algas, pero sin causar alteraciones mayores en otros ecosistemas.

En cuanto al nivel de transparencia Secchi, la actividad antrópica es habitualmente quien provoca un incremento en las tasas de sedimentos, particularmente en

áreas intensivamente cultivadas o dedicadas al pastoreo (Heathwaite et al 1990; En Oyarzún et al 1997). El crecimiento abundante de las algas provoca la poca visibilidad en las profundidades de la laguna. La transparencia, por tanto, es afectada por la cantidad de nutrientes que provienen de fuentes tales como el vertimiento de aguas residuales, escorrentía urbana, etc. La poca vegetación en los alrededores de la laguna genera un aporte de minerales al agua, además de provocar mayor turbidez por la presencia de partículas disueltas. Esto interfiere con la actividad fotosintética de otras algas en el fondo de la laguna ocasionando que mueran y sedimenten, dejando un nicho que es colonizado por las cianobacterias.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El nivel de eutrofización de la laguna Conococha a agosto del 2012 es de **eutrófico a hipereutrófico** según las metodologías descritas por OECD, APHA y Carlson.
- Las causas principales de que la laguna Conococha - Ancash se encuentre en un estado **eutrófico a hipereutrófico** a agosto de 2012 son: la actividad ganadera, el vertimiento directo de las aguas residuales domésticas hacia la laguna y la disposición de los residuos sólidos en los alrededores de la laguna (a orillas).
- La concentración de nitrato (NO_3^-) presente en la laguna Conococha – Ancash a agosto de 2012, en temporada de lluvia es de 201,7 $\mu\text{g/l}$ y en temporada de estiaje es de 230 $\mu\text{g/l}$., con un promedio de 215,9 $\mu\text{g/l}$.
- La concentración de fósforo total determinada en la laguna Conococha – Ancash a agosto de 2012, en temporada de lluvia es de 128,9 $\mu\text{g/l}$ y en temporada de estiaje es de 132,0 $\mu\text{g/l}$. lo cual nos da de fosforo total un promedio de 130,5 $\mu\text{g/l}$.

- La concentración promedio anual en clorofila “a” presente en la laguna Conococha – Ancash a agosto de 2012 es de 46 µg/l.
- Los niveles de transparencia Secchi para la temporada de lluvia como para la temporada de estiaje son 0,69 m y 0,62 m en promedio respectivamente, lo cual nos da de transparencia un promedio anual de 0,65 m.

6.2 Recomendaciones

- Para la adecuada gestión de la conservación de la laguna Conococha, es necesario contar con el compromiso de las autoridades competentes, pero también es imprescindible contar con el compromiso (crear y aplicar políticas protectoras del ambiente natural, mediante la formulación de ordenanzas que comprometan la participación de la sociedad en general) y la participación activa de todos los actores sociales involucrados en la región, puesto que en gran medida ellos son los responsables de los problemas de contaminación y eutrofización, y por otra parte que ellos son los directos beneficiarios de los recursos naturales de la región y los directos afectados de los daños ambientales. Para factibilizar lo anterior, sería necesario transversalizar la educación ambiental a todo nivel, desde el pre escolar hasta la educación superior, tanto a nivel local (comunidades directamente involucradas) como a nivel macro (comunidades, centros urbanos y ciudades que indirectamente también están involucrados).
- Los Gobiernos locales y nacionales a través de gestiones oportunas, deben facilitar y asignar los recursos económicos necesarios para la protección del ambiente.
- Construir zanjas de desviación o coronación a diferentes alturas para que el escurrimiento superficial se dirija hacia el río Santa.
- Sectorizar las áreas de pastoreo con el objetivo de controlar la presión del ganado y áreas protegidas que hagan posible la recuperación de los pastos naturales en la zona.

- Poner en marcha de un programa de saneamiento urbano que estimule a la población a mejorar en cuanto a sus prácticas ambientales se refiere.
- Implementar el plan de monitoreo que la ANA tiene previsto desde el 2011, para identificar las causas principales de la eutrofización y establecer mecanismos de control eficientes.
- Reducir la contaminación de la laguna Conococha, con la participación de los diferentes sectores sociales, estableciendo convenios locales, nacionales e internacionales, con organismos defensores del ambiente.
- Gestionar la declaración de la Laguna Conococha como sitio RAMSAR (Zona establecida como humedal de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Amarildo, E. (2011). *Proyecto de modernización de la gestión de los recursos hídricos*. Arequipa.
- Antamina, C. M. (2005). *Plan de recuperación de la laguna Conococha*. Huaraz.
- Antimán, M. (2005). *Grado de antropización, evaluación y modelamiento matemático del nivel trófico del lago Budi como base para determinar su Comportamiento Ambiental*. Tesis Profesional, Universidad Católica de Temuco, Temuco.
- APHA. (1981). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (15th ed.). American Water Work Association and Water Pollution Control.
- APHA, AWWA, WPCF. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales*.
- Arse, M. (2005). *Química del agua*. Mexico D.F.
- Asociación Geológica Argentina. (1995). *Geología. Asociación Geológica*, 03-12.
- Autoridad Nacional del Agua. (2011). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial*. Lima.
- Bernard, J., Nebel, R., & Wrigth. (1999). *Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 8 de Marzo de 2013, de [http://books.google.com.pe/books?id=sy0dCa8xC5MC&pg=PR3&lpg=PR3&dq=Bernard,+J.,+Nebel,+Richard,+T.+y+Wright+\(1999\)+Ciencias+Ambientales:+Ecolog%C3%ADa+y+desarrollo+sostenible&source=bl&ots=5LaU6atJBJ&sig=T8oEgoaCrrWZ6B2q4jZQA3PP2OI&hl=es&sa=X&ei=nZ72UeiuL](http://books.google.com.pe/books?id=sy0dCa8xC5MC&pg=PR3&lpg=PR3&dq=Bernard,+J.,+Nebel,+Richard,+T.+y+Wright+(1999)+Ciencias+Ambientales:+Ecolog%C3%ADa+y+desarrollo+sostenible&source=bl&ots=5LaU6atJBJ&sig=T8oEgoaCrrWZ6B2q4jZQA3PP2OI&hl=es&sa=X&ei=nZ72UeiuL)
- Bustamante, M., Rubial, A., Rodríguez, M., López, F., & C., B. (2007). Caracterización del estado trófico del embalse San Roque. *XXIº Congreso Nacional del Agua*, (págs. 25-30). Tucumán.
- Calidad del Agua*. (2011). Obtenido de Universidad Distrital - Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales:

http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=5

Camargo, J., & Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua e implicaciones del cambio climático. *Asociación Española de Ecología Terrestre*.

Carlson, R. (1977). *Un índice de estado trófico de lagos*. *Limnología y Oceanografía*.

Carlson, R. (1981). Mediante índices de estado trófico para examinar la dinámica de la eutrofización. *Simposio internacional sobre aguas de tierra adentro y restauración del lago*, (págs. 218-221).

Carlson, R., & Simpson, J. (1996). *A coordinators guide to volunteer lake monitoring methods*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2011, de North American lake management society: http://www.secchidipin.org/trophic_state.htm

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (1990). *Metodologías simplificadas para la evaluación de la eutrofización en lagos cálidos tropicales*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2011, de <http://bvs.per.paho.org/bvsaca/e/fulltext/eutrof/eutrof.pdf>

Ciencias de la tierra y del medio ambiente. (2011). Recuperado el 15 de Noviembre de 2011, de Universidad de Navarra: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm>

Colonia, D., Loarte, E., Torres, J., & Santiago, A. (2013). Influencia de los parámetros climáticos sobre la variación de la cobertura vegetal en la laguna Conococha, utilizando técnicas de percepción remota. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, (págs. 01-08). Huaraz.

Cornelius, K., & S, C. (1997). *Manual de Mineralogía*. Obtenido de http://books.google.com.pe/books?id=ol2xn_6jgn0C&pg=PA630&dq=roca+volcanica&hl=es&sa=X&ei=1TKpUb7sGKWliALVtoDQBQ&ved=0CDQQ6AEwAQ#v=onepage&q=roca%20volcanica&f=false

Coyne, M. (2000). *Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio*. Comahue: Ed. Paranifo.

- Drovandi, A., Zuluaga, J., Filippini, M., Bermejillo, A., Peralta, P., Bustamante, M., . . . Nacif, N. (2005). Diagnóstico Preliminar del Estado Trófico del Embalse El Carrizal,. *Taller internacional sobre enfoques regionales para el desarrollo y gestión de embalses en la cuenca del Plata* (págs. 01-17). Salto Grande: Centro Regional Andino.
- Echarri, L. (1998). *Ciencia de la tierra y medio ambiente*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2011, de Ed. Teide: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/172ColmLag.htm>
- Environmental Protection Agency. (2011). *Great Lakes Glossary*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2011, de EPA: <http://www.epa.gov/greatlakes/glossary/Glossary.html#Oligotrophic>
- Escuela Internacional de Ingeniería del Agua. (2012). *Limnología de embalses*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2011, de Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía: <http://prueba2.aguapedia.org/master/ponencias/modulo6/limnologia.pdf>
- FAO. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2011, de <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s00.htm#contents>
- FAO. (1996). Control of water pollution from agriculture. *Irrigation and drainage*, 55-86.
- Fernández. (30 de Enero de 2006). *Colmatación: produce graves efectos sobre los ecosistemas y las actividades humanas en lagos, lagunas o embalses*. Recuperado el 25 de Octubre de 2012, de EROSKI CONSUMER: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/01/30/148952.php
- Florida Lakewach. (2007). *A beginners guide to water management in Florida lakes fish communities and tropic status information circular*. Obtenido de University of Florida: <http://lakewatch.ifas.ufl.edu>
- Fónturbel, F. (2003). Algunos criterios biológicos sobre el proceso de eutrofización a orillas de seis localidades del lago Titikaka. *Ecología Aplicada*, II(1), 75-79.

- Gallegos, I. (2009). *La fertilización en los valles y la eutrofización de los cuerpos de agua adyacentes*. Tesis Profesional, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash, Huaraz.
- Gerard, K. (1999). *Ingeniería ambiental, fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Goitía, Y. (2011). Análisis preliminar de la metodología para obtener el perfil vertical de parámetros del nivel eutrófico de un embalse. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* , XXXII (3), 39-46.
- Holdridge, L. (1967). Life zone ecology. *Tropical Science Center* . San José.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (1996). *Geología*. Recuperado el 1 de Junio de 2013, de INGEMMET: <http://www.ingemmet.gob.pe/form/Inicio.aspx>
- Mariano, M., Huamán, P., Mayta, E., Montoya, H., & Chanco, M. (2013). Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junin-Perú. *Revista Biológica* , 17 (1), 01-04.
- Mark, M., Lugo, E., & Brown, S. (1981). *Primary productivity decomposition and consumer activity in freshwater wetlands*. Recuperado el 25 de Octubre de 2012, de <http://www.jstor.org/stable/2097108>
- Myers, J. (1976). : Channel deposits of peridotite, gabbro and chromitite from turbidity currents in the stratiform Fiske Ness anorthosite complex, southwest Greenland. *Lithos*, 281-291.
- Moreno, D., Quintero, J., & López, A. (9 de Noviembre de 2010). *Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia*. Recuperado el 20 de Enero de 2012, de <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf>
- Moreta, P. (2008). *La eutrofización de los lagos y sus consecuencias*. Tesis Profesional, Universidad Técnica del Norte, Guayaquil.
- Naturales, U. (2005). *Proyecto Fluorecencia-Oxígeno Disuelto*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2011, de

http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=5

Nebel, B., & Wright, R. (1999). *Ecología y Desarrollo Sostenible: Ciencias Ambientales* (Sexta edición ed.). Prentice Hall.

Nürnberg, G. (1996). Trophic state of clear and colored, soft and hard water lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *Lake Reserve Manage* , 432-447.

Organización de las Naciones Unidas. (2006). *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente*. Recuperado el 10 de Abril de 2013, de FAO: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>

Organization for Economic Cooperation and Development. (1982). *La eutrofización de las aguas*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2011, de <http://www.chebucto.ns.ca/ccn/info/Science/SWCS/TPMODELS/OECD/oecd.html>

Porcuna, J., Rodríguez, E., & Baquero, R. (2004). Ecosistemas. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, VIII(2), 01-09.

Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2010). *Planificación y dirección de lagos y embalses*. Recuperado el 28 de Junio de 2012, de UNEP: <file:///E:/TESIS/ENFOQUES%20DE%20EVALUACIONJ%20DE%20LA%20EUTROFIZACION.htm>

Proyecto Sierra Bazán. (2011). *Qué es la eutrofización*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2011, de http://www.sierradebaza.org/reportajes/reportaje_eutrofizacion/reportaje_eutrofizacion.htm

Rapal. (2010). *Contaminación y eutrofización del agua*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2011, de <http://www.rapaluruguay.org/agrotoxicos/Uruguay/Eutrofizacion.pdf>

Rico, A. (2005). *Ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, ferrocarriles y aeropistas*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2011, de http://books.google.com.pe/books?id=rU_pA257zUEC&pg=PA108&dq=qu%C3

%A9+es+una+Lutita&hl=es&sa=X&ei=ABGpUYrhNoKbiAKv3ID4Cg&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q=qu%C3%A9%20es%20una%20Lutita&f=false

Rodríguez, C. (1993). Los peligros de eutrofización de los cuerpos de agua por el vertimiento de las aguas residuales. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXIV(2), 02-05.

Senamhi. (2012). *Datos Históricos*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2012, de http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000538

Simpson, C. (2009). *Sociedad Norteamericana de Gestión del lago*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2011, de <http://www.secchidipin.org/Phosphorus.htm>

Sovell, L. (2009). *The transparency tube*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2011, de Pollution Control Agency: http://www.secchidipin.org/Transparency_Tube.htm

Vollenweider, R., & Kerekes, J. (1981). *Background and summary result of the OECD cooperative program on eutrophication*. Washington.

watch, G. w. (2003). *Información básica sobre parámetros*. Recuperado el 15 de Enero de 2013, de Global water watch: <http://www.globalwaterwatch.org/MEX/MXesp/MXInfoBasicaParametrosSp.aspx>

Water on the web. (2011). *Chlorophyll- A measure of algae*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2011, de <http://www.waterontheweb.org/under/waterquality/Chlorophyll.html>

Water on the web. (2011). *Primary Productivity*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2011, de <http://www.waterontheweb.org/resources/glossary.html>

Wetzel, R. (2001). *Limnology*. Florida: Academic press.

ANEXOS

Anexo 1: Reportes de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO AG120204

CLIENTE Razón Social : Sotomayor Maguiña Lenin Fabio y Días Medina Ana Cecilia-Tesista
 Dirección : Av. Raimondi N° 127-Huaraz
 Atención : Sotomayor Maguiña Lenin Fabio y Días Medina Ana Cecilia

MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
 Matriz : Agua Superficial
 Procedencia : Laguna de Conococha
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC120204

MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
 Referencia: : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 25/Abril/2012
 Fecha de análisis : 25 de Abril al 03 de Mayo/2012
 Cotización N° : CO120213

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA						
					Código del cliente	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06
					Fecha de muestreo	25/04/2012	25/04/2012	25/04/2012	25/04/2012	25/04/2012	25/04/2012
					Hora muestreo	14:10	17:00	13:20	14:50	09:30	11:30
					Código del Laboratorio	AG120264	AG120265	AG120266	AG120267	AG120268	AG120269
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS										
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato (*)	0.5	0.4	0.4	0.6	0.3	0.3	0.4	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D (*)	1	1	2	2	2	1	1	
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES										
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃	Nitrospectral (*)	1.0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21 st, Edition

Huaraz, 03 de Mayo del 2012



Quim. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



INFORME DE ENSAYO AG120532

CLIENTE Razón Social : Lenin Sotomayor Maguiña
Dirección : Av. Raymondi N° 127-Huaraz
Atención : Lenin Sotomayor Maguiña

MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
Matriz : Agua Superficial
Procedencia : Laguna de Conococha
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC120532

MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
Referencia: : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 13/Setiembre/2012
Fecha de análisis : 13-20/Setiembre/2012
Cotización N° : CO120468

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	C-01
					Fecha de muestreo	13/09/2012
					Hora muestreo	12:00
					Código del Laboratorio	AG120686
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l $\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{P}$	Vanadatomolibdato (*)	0.5		0.5
FQ29	Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D (*)	1		13
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0		0.3

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Edition

Huaraz, 20 de Setiembre del 2012



Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604



INFORME DE ENSAYO AG120533

CLIENTE Razón Social : Lenin Sotomayor Maguina
Dirección : Av. Raymondi N° 127-Huaraz
Atención : Lenin Sotomayor Maguina

MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
Matriz : Agua Superficial
Procedencia : Laguna de Conococha
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC120533

MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
Referencia: : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 13/Setiembre/2012
Fecha de análisis : 13-20/Setiembre/2012
Cotización N° : CO120468

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	C-02
					Fecha de muestreo	13/09/2012
					Hora muestreo	17:20
					Código del Laboratorio	AG120687
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$	Vanadatomolibdato (*)	0.5		0.5
FQ29	Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D (*)	1		19
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0		0.2

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Edition

Huaraz, 20 de Setiembre del 2012



Mario Leyva Collas
Quím. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

INFORME DE ENSAYO AG120534

CLIENTE Razón Social : Lenin Sotomayor Maguiña
 Dirección : Av. Raymondi N° 127-Huaraz
 Atención : Lenin Sotomayor Maguiña
MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
 Matriz : Agua Superficial
 Procedencia : Laguna de Conococha
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC120534
MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
 Referencia: : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001
LABORATORIO Fecha de recepción : 13/Setiembre/2012
 Fecha de análisis : 13-20/Setiembre/2012
 Cotización N° : CO120468

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	C-03
					Fecha de muestreo	13/09/2012
					Hora muestreo	12:40
					Código del Laboratorio	AG120688
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ						
FQ20	Fosfato	mg/l $PO_4^{3-} - P$	Vanadatomolibdato (*)	0.5		0.4
FQ29	Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D (*)	1		55
ANÁLISIS DE NUTRIENTES						
NU						
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0		0.1

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Edition

Huaraz, 20 de Setiembre del 2012



Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



INFORME DE ENSAYO AG120535

CLIENTE Razón Social : Lenin Sotomayor Maguiña
Dirección : Av. Raymondi N° 127-Huaraz
Atención : Lenin Sotomayor Maguiña

MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
Matriz : Agua Superficial
Procedencia : Laguna de Conococha
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC120535

MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 13/Setiembre/2012
Fecha de análisis : 13-20/Setiembre/2012
Cotización N° : CO120468

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	C-04
					Fecha de muestreo	13/09/2012
					Hora muestreo	09:30
					Código del Laboratorio	AG120689
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$	Vanadatomolibdato (*)	0.5		0.3
FQ29	Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D (*)	1		58
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0		0.4

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Edition

Huaraz, 20 de Setiembre del 2012



Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

INFORME DE ENSAYO AG120536

CLIENTE Razón Social : Lenin Sotomayor Maguina
 Dirección : Av. Raymondi N° 127-Huaraz
 Atención : Lenin Sotomayor Maguina
MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
 Matriz : Agua Superficial
 Procedencia : Laguna de Conococha
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC120536
MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
 Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001
LABORATORIO Fecha de recepción : 13/Setiembre/2012
 Fecha de análisis : 13-20/Setiembre/2012
 Cotización N° : CO120468

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	C-05
					Fecha de muestreo	13/09/2012
					Hora muestreo	10:40
					Código del Laboratorio	AG120690
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l $PO_4^{3-} - P$	Vanadatomolibdato (*)	0.5		0.3
FQ29	Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D (*)	1		147
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0		0.1

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Edition

Huaraz, 20 de Setiembre del 2012



Quim. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

INFORME DE ENSAYO AG120537

CLIENTE Razón Social : Lenin Sotomayor Maguiña
Dirección : Av. Raymondi N° 127-Huaraz
Atención : Lenin Sotomayor Maguiña

MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
Matriz : Agua Superficial
Procedencia : Laguna de Conococha
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC120537

MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 13/Setiembre/2012
Fecha de análisis : 13-20/Setiembre/2012
Cotización N° : CO120468

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	C-06
					Fecha de muestreo	13/09/2012
					Hora muestreo	15:10
					Código del Laboratorio	AG120691
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l $PO_4^{3-} - P$	Vanadatometalobdato (*)	0.5		0.4
FQ29	Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D (*)	1		123
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0		0.3

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.
Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Edition

Huaraz, 20 de Setiembre del 2012



Quím. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604