

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU  
RELACIÓN CON EL RÍO NAPO”**

Realizado por:

**JULIO ADRIAN CARRERA CHIRIBOGA**

Director del proyecto:

**ING. FABIO VILLALBA**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Quito, 24 de Marzo del 2014



### DECLARACION JURAMENTADA

Yo, JULIO ADRIAN CARRERA CHIRIBOGA, con cedula de identidad # 171791167-9, declaro bajo juramento que el trabajo aqui desarrollado es de mi autoria, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Julio Adrián Carrera Chiriboga

CC.: 171791167-9

**DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“COMPORTAMIENTO HIDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU  
RELACION CON EL RIO NAPO”**

Realizado por:

**JULIO ADRIAN CARRERA CHIRIBOGA**

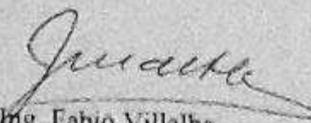
como Requisito para la Obtención del Título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

ha Sido dirigido por el profesor

**FABIO VILLALBA**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Ing. Fabio Villalba

**DIRECTOR**

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**FABIO VILLALBA**

Director

**CARLOS ORDOÑEZ**

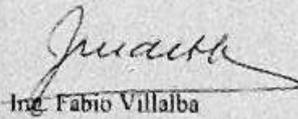
Tribunal 1

**JOSE SALAZAR**

Tribunal 2

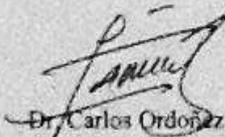
Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno JULIO ADRIAN CARRERA  
CHIRIBOGA

lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador



Ing. Fabio Villalba

DIRECTOR



Dr. Carlos Ordoñez

TRIBUNAL 1



Ing. José Salazar

TRIBUNAL 2

Quito, 24 de marzo de 2014

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres Nancy y Byron quienes me brindaron el apoyo necesario durante mi etapa universitaria.

A mis hermanos Arlen y Byron, mi sobrina Sophie.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por su paciencia y apoyo.

Al Ing. Fabio Villalba por su acertada dirección en la presente investigación y toda la ayuda prestada.

Al Dr. Carlos Ordoñez, quien con su lectura aportó favorablemente en el enfoque y en la redacción del proyecto.

Al Ing. José Salazar, por su apoyo ante las eventualidades presentadas y la ayuda prestada.

A Jendry Moya, por toda la ayuda brindada en cada viaje a Limoncocha.

A Mónica por todo su apoyo y ayuda.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>El problema de investigación.....</b>	<b>1</b>
1.1.1	Planteamiento del problema.....	2
1.1.2	Formulación del problema .....	3
1.1.3	Sistematización del problema .....	4
1.1.4	Objetivo General.....	4
1.1.5	Objetivos Específicos .....	4
1.1.6	Justificación .....	4
<b>1.2</b>	<b>Marco teórico .....</b>	<b>4</b>
1.2.1	Estado actual del conocimiento del tema.....	4
1.2.2	Adopción de una perspectiva teórica .....	5
1.2.3	Marco Conceptual.....	6
1.2.4	Hipótesis .....	12
1.2.5	Identificación y caracterización de variables .....	12
<b>2</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Nivel de estudio .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Modalidad de la investigación .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>Método .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Población y muestra .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5</b>	<b>Selección de instrumentos de investigación.....</b>	<b>15</b>
<b>2.6</b>	<b>Validez y confiabilidad de instrumentos .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7</b>	<b>Operacionalización de variables .....</b>	<b>16</b>
<b>2.8</b>	<b>Procesamiento de datos .....</b>	<b>22</b>
2.8.1	Conversión de Nitratos a Nitrógeno Total .....	22
2.8.2	Fórmula para determinar el déficit de oxígeno a partir de la fórmula de concentración de saturación de oxígeno disuelto en agua. ....	22
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Levantamiento de datos .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Presentación y análisis de resultados .....</b>	<b>27</b>
3.2.1	Mediciones “in situ” en la Laguna.....	27

3.2.2	Mediciones “in Situ” Vertientes y Ríos.....	35
3.2.3	Datos y cálculos de laboratoRío .....	41
3.2.4	Correlaciones de Parámetros en la Laguna.....	52
3.2.5	Isotopos Estables.....	56
3.2.6	Cálculo de Déficit de oxígeno.....	62
3.2.7	Caudales.....	66
3.2.8	Diagramas Ombrotérmicos .....	66
3.2.9	Mapas.....	72
3.2.10	Discusión acerca del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha.....	80
<b>4</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>83</b>
<b>4.1</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>83</b>
<b>4.2</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>85</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>86</b>
<b>6</b>	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntos de muestreo.....	25
Tabla 2: Medición mensual de pH, punto 1 .....	27
Tabla 3: Medición mensual de Conductividad, punto 1 .....	28
Tabla 4: Medición mensual Oxígeno Disuelto (OD), punto 1 .....	28
Tabla 5: Medición mensual de Temperatura, punto 1 .....	29
Tabla 6: Medición mensual de pH, punto 2 .....	30
Tabla 7: Medición mensual de Conductividad, punto 2.....	31
Tabla 8: Medición mensual de Oxígeno Disuelto, punto 2 .....	31
Tabla 9: Medición mensual de Temperatura, punto 2 .....	32
Tabla 10: Medición mensual de pH, punto 3 .....	33
Tabla 11: Medición mensual de Conductividad, punto 3.....	33
Tabla 12: Medición mensual de Oxígeno Disuelto, punto 3 .....	34
Tabla 13: Medición mensual de Temperatura, punto 3 .....	34
Tabla 14: Medición mensual de parámetros in situ, Río Pishira.....	35
Tabla 15: Medición mensual de parámetros in situ, Río Playayacu.....	36
Tabla 16: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Uisek.....	37
Tabla 17: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Militares.....	38
Tabla 18: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Sr. Grefa .....	39
Tabla 19: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Instituto.....	40
Tabla 20: Medición mensual de nitratos en todos los puntos de muestreo .....	42
Tabla 21: Medición mensual de nitrógeno total en todos los puntos de muestreo .....	44
Tabla 22: Medición mensual de fósforo total en todos los puntos de muestreo.....	47
Tabla 23: Medición mensual de Clorofila $\alpha$ .....	49
Tabla 24: Promedio mensual de los parámetros Nitrato y Fósforo Total de la laguna ..	52
Tabla 25: Promedio mensual de los parámetros Fósforo Total y Profundidad Secchi de la laguna.....	53
Tabla 26: Promedio mensual de los parámetros Clorofila y Fósforo Total de la laguna	54
Tabla 27: Promedio mensual de los parámetros Clorofila y Nitrato de la laguna.....	55
Tabla 28: Isotopos Estables-Desviaciones estándar .....	56
Tabla 29: Isotopos Estables .....	58
Tabla 30: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo de precipitaciones .....	58
Tabla 31: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo en la laguna.....	59
Tabla 32: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo de las vertientes	60
Tabla 33: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo de los ríos.....	61
Tabla 34: Valores obtenidos de déficit de oxígeno para el punto 1 de la laguna .....	63
Tabla 35: Valores obtenidos de déficit de oxígeno para el punto 2 de la laguna .....	64
Tabla 36: Valores obtenidos de déficit de oxígeno para el punto 3 de la laguna .....	65
Tabla 37: Medición mensual de caudales en los puntos de muestreo .....	66
Tabla 38: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Nuevo Rocafuerte .	67
Tabla 39: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Coca Inami.....	68

Tabla 40: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Palmoriente Huachito .....	69
Tabla 41: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Lumbaqui.....	70
Tabla 42: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Tena Chuapishungo .....	71
Tabla 43: Coordenadas UTM del Transecto .....	73

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tendencia del parámetro Nitratos en los puntos de muestreo de la laguna ..	42
Gráfico 2: Tendencia del parámetro Nitratos en los puntos de muestreo de las ríos y vertientes.....	43
Gráfico 3: Tendencia del parámetro Nitrógeno total en los puntos de muestreo de laguna .....	45
Gráfico 4: Tendencia del parámetro Nitrógeno total en los puntos de muestreo de las ríos y vertiente Instituto.....	46
Gráfico 5: Tendencia del parámetro Nitratos en los puntos de muestreo de la laguna ..	47
Gráfico 6: Tendencia del parámetro Fósforo total en los puntos de muestreo de las ríos y vertiente Instituto.....	48
Gráfico 7: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$ en el punto 1 de la laguna .....	49
Gráfico 8: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$ en el punto 2 de la laguna .....	50
Gráfico 9: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$ en el punto 3 de la laguna .....	50
Gráfico 10: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$ en el río Playayacu .....	51
Gráfico 11: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$ en el río Pishira .....	51
Gráfico 12: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$ en la vertiente Militares .....	52
Gráfico 13: Relación establecida entre Nitrato y Fósforo Total.....	53
Gráfico 14: Relación establecida entre Fósforo Total y Profundidad Secchi.....	54
Gráfico 15: Relación establecida entre Clorofila y Fósforo Total.....	55
Gráfico 16: Relación establecida entre Clorofila y Nitrato .....	56
Gráfico 17: Representación de valores obtenidos para los puntos de muestreo de Isótopos Estables .....	57
Gráfico 18: Representación de valores obtenidos para de isótopos estables en muestras de precipitación.....	59
Gráfico 19: Representación de valores obtenidos de isótopos estables en muestras de la laguna .....	60
Gráfico 20: Representación de valores obtenidos de isótopos estables en muestras de las vertientes .....	61
Gráfico 21: Representación de valores obtenidos de isótopos estables en muestras de las vertientes .....	62
Gráfico 22: Diagrama Ombrotérmico-Nuevo Rocafuerte.....	67
Gráfico 23: Diagrama Ombrotérmico-Coca Inami.....	68
Gráfico 24: Diagrama Ombrotérmico- Palmoriente Huachito .....	69
Gráfico 25: Diagrama Ombrotérmico- Lumbaqui.....	70
Gráfico 26: Diagrama Ombrotérmico- Tena Chuapishungo.....	71

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha .....	1
Imagen 2: Ejemplo para elaboración de diagrama ombrotermico.....	21
Imagen 3: Mapa de los puntos de muestreo .....	26
Imagen 4: Mapa del Transecto Limoncocha .....	74
Imagen 5: Mapa de Inundaciones .....	77
Imagen 6: Mapa DEM 90 .....	79
Imagen 7: Formas de conexión de los cuerpos de Agua. ....	80
Imagen 8: Parte1 del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha .....	80
Imagen 9: Parte 2 del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha .....	81
Imagen 10: Parte 3 del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha .....	82

## **RESUMEN**

En base a una serie de investigaciones realizadas por la Facultad de Ciencias Ambientales de la UISEK en la Reserva Biológica de Limoncocha, principalmente en la “Morfometría e Hidrología de la Laguna Limoncocha” elaborada por Villalba F. & Revelo G. en el 2012 , donde se planteó que la laguna tiene un desbalance hídrico y que existe un cuerpo de agua desconocido que la alimenta, la presente investigación tiene como propósito entender el comportamiento hídrico de la laguna y su relación con el río Napo. Para este fin, se escogieron 9 puntos de muestreo donde se midieron parámetros fisicoquímicos como: pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, profundidad Secchi y caudal. De estos puntos, se seleccionó 6 ubicados dentro de la laguna y sus aportantes (río Pishira, río Playayacu y vertientes), en los cuales se analizó la concentración de nitratos, fósforo total y clorofila. Igualmente se recopiló bibliográficamente datos de precipitación y temperatura de las estaciones meteorológicas más cercanas al lugar de estudio, para la elaboración de diagramas ombrotérmicos que permitieron identificar épocas de alta precipitación y épocas de sequía. Adicionalmente se utilizaron datos de isótopos estables a partir de muestras de agua provenientes de precipitaciones, río Napo, laguna y sus tributarios. Una vez compilada y analizada la información antes mencionada, se obtuvo que la laguna de Limoncocha se relaciona con el río Napo por isótopos estables y por inundaciones, asimismo se confirmó a través una prospección de terreno la existencia de un cuerpo de agua que alimenta a la laguna.

**Palabras clave:** Laguna Limoncocha, río Napo, comportamiento hídrico, prospección.

## **ABSTRACT**

Based on a series of investigations undertaken by the Faculty of Environmental Sciences UISEK at the Limoncocha Biological Reserve, mainly in the "Morphometry and Hydrology of Limoncocha Lagoon" elaborated by Villalba F. & Revelo G. in 2012, where it was stated that the lagoon has a water imbalance and there is a unknown water body that feeds it, thus this research aims to understand the hydric behavior of the lagoon and its relationship to the Napo river. For this purpose, 9 water sampling points where chosen to measured physicochemical parameters such as: pH, conductivity, dissolved oxygen, temperature, Secchi depth and flow, from these points, it was selected 6 of them located within the lagoon and its contributors (Pishira river, Playayacu river and watersheds), where the concentration of nitrates, total phosphorus and chlorophyll was analyzed. Additionally, the project has been collected bibliographically data of precipitation and temperature from the nearest weather stations in order to develop ombrothermal diagrams for identify periods of high rainfall and periods of drought. The stable isotopes data from samples of water from precipitation, Napo River, lagoon and its tributaries also were used. After compiled and analyzed the information above, the conclusions were that the lagoon Limoncocha relates to the Napo River through stable isotopes and flooding, also the existence of a body of water that feeds the lagoon was confirmed by a prospecting of land.

**Key word:** Limoncocha Lagoon, Napo River, hydric behavior, prospecting.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

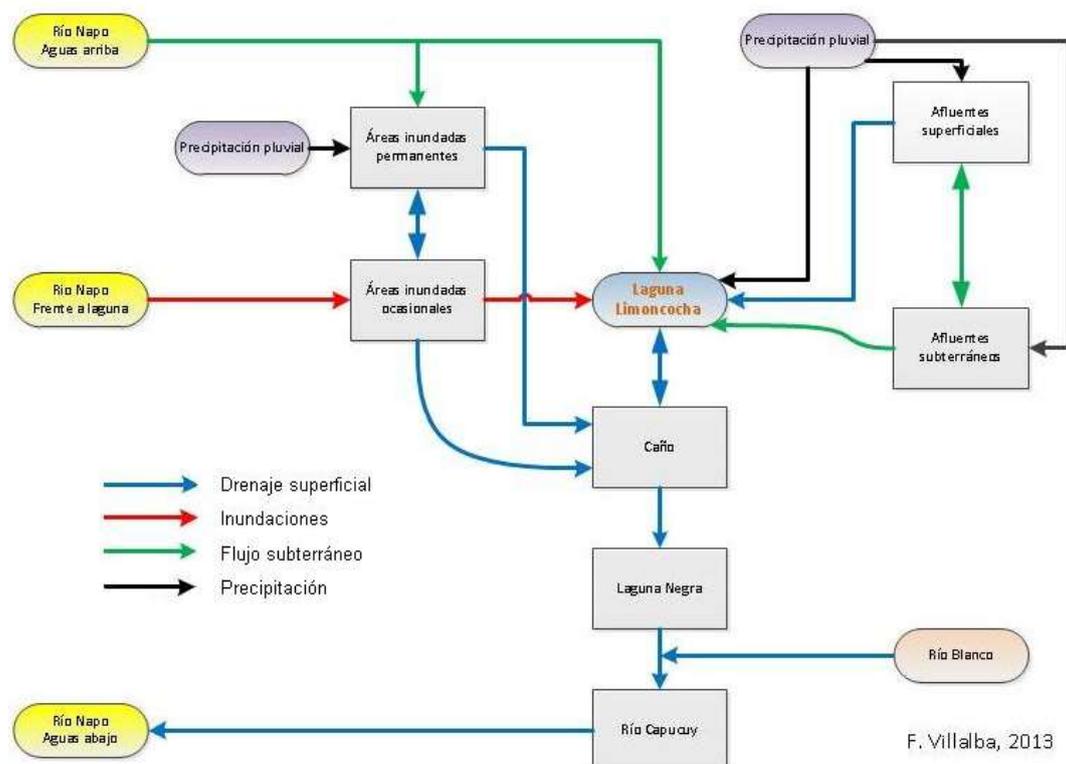
## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 El problema de investigación

En base a estudios realizados en la laguna Limoncocha, especialmente en la investigación denominada: “Morfometría e Hidrología de la Laguna Limoncocha” (Villalba F. & Revelo G., 2012) donde se plantea que la laguna tiene un desbalance Hídrico ocasionado por un caudal de agua desconocido que alimenta a la laguna. Por lo tanto, lo que se quiere hallar es la forma de alimentación que tiene la laguna con el Río Napo, ya sea por un cuerpo de agua no identificado, por inundaciones, por aguas subterráneas, etc.

A continuación tenemos la Imagen 1, que representa el Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha y nos ayudará a entender de una mejor manera las formas de conexión que tiene la Laguna con otros cuerpos de agua.

Imagen 1: Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha



Elaborado por: Fabio Villalba, 2013, Comunicación personal.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Para explicar el problema de investigación se va a usar el modelo conceptual del sistema hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha donde se puede ver las entradas y salidas de agua de la Laguna Limoncocha.

Primero se tiene un flujo subterráneo desde el Río Napo aguas arriba que alimenta principalmente a la laguna y también una parte va hacia áreas inundadas permanentemente por precipitaciones que luego van al caño.

Luego se tiene una alimentación principalmente por inundaciones que vienen desde el Río Napo al frente de la laguna, donde el agua llega a la parte del caño hasta llegar a la laguna. Aquí es donde más se enfoca el estudio ya que se hicieron las prospecciones de terreno desde el Río Napo hacia laguna por el sector antes mencionado.

Por el Caño existe un reflujo en ciertas épocas del año donde puede ser alimentada la laguna, cabe mencionar que se debe recordar que el Caño alimenta de agua a la laguna Negra y esta a su vez al Río Capucuy con el Río Blanco para desembocar aguas abajo en el Río Napo.

Otra forma de alimentación a la laguna es por precipitaciones directamente, por afluentes superficiales como los ríos Pishira y Playayacu y por afluentes subterráneos como se cree que también es una entrada a la laguna.

## 1.1.1 Planteamiento del problema

### 1.1.1.1 Diagnóstico

La facultad de ciencias ambientales de la Universidad Internacional SEK ha venido realizando diferentes proyectos de investigación en la estación científica con la finalidad de contribuir a la conservación de la Reserva Biológica Limoncocha.

En trabajos anteriores se ha logrado identificar características y comportamiento de la laguna como el estado trófico, la morfometría, la batimetría e hidrología. (Andrade, 2001), (Ayala, 2003), (Gómez, 2003), (Granizo, 2011), (Peñaherrera, 2010), (Revelo, 2012), (Ortiz, 2012).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

El presente proyecto de investigación tomará en cuenta algunos de los resultados obtenidos en dichas investigaciones para esclarecer el desbalance hallado entre las entradas y salidas de caudales a la laguna y su relación con el río Napo.

Los datos que se recogieron muestran que el caudal total de salida es de 10 m<sup>3</sup>/s mientras que la suma de caudales de entrada llega a 3.12 m<sup>3</sup>/s (ríos Pishira + Playayacu=3.1 m<sup>3</sup>/s y los aportes de vertientes medibles = 0.02 m<sup>3</sup>/s). (Villalba, Revelo. 2012).

## 1.1.1.2 Pronóstico

El desconocimiento de la causa específica del desbalance entre las entradas y salidas de caudales en la laguna de Limoncocha podría prestarse a interpretaciones erróneas acerca del comportamiento hídrico de la laguna, de sus efluentes y afluentes, por ejemplo se creería que los datos no fueron correctamente tomados o que la laguna Negra que está completamente eutrofizada aporta este gran caudal a la laguna y que se convirtió en una entrada de agua ya que puede tener un refluo hacia la laguna de Limoncocha.

Si existiera cualquier tipo de contaminación en el Río Napo y si se comprobaría la existencia del cuerpo de agua existiría la posibilidad de que la laguna de Limoncocha también se contamine.

## 1.1.1.3 Control del Pronóstico

Tener establecido un modelo del comportamiento de la laguna para poder predecir y resolver cualquier tipo de problemas a futuro.

## 1.1.2 Formulación del problema

Existe un aporte desconocido de caudal a la laguna Limoncocha, ya que el caudal de salida es mayor al de las entradas conocidas, por lo que se debe definir qué otros aportes que alimentan a la laguna.

Estos aportes pueden ser definidos, en términos de caudal, de calidad de aguas, y de relaciones topográficas y/o espaciales entre los cuerpos de agua

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 1.1.3 Sistematización del problema

- ¿Existe un aporte del río Napo hacia la laguna por vía superficial aun no conocida?
- ¿Qué otras formas de relación existirían entre el río Napo y la Laguna?
- ¿Existe relación entre la calidad de agua de la laguna y la del río Napo?
- ¿Existe relación entre los niveles hídricos de la laguna y los del río Napo?
- ¿Existe relación entre los contenidos isotópicos del agua de la laguna y los del río Napo?

## 1.1.4 Objetivo General

- Establecer las formas de relación entre el río Napo y la laguna de Limoncocha

## 1.1.5 Objetivos Específicos

- Realizar una prospección en terreno de una posible vía de agua.
- Identificar una correlación isotópica entre los cuerpos de agua de la zona.
- Desarrollar un mapa de la zona (Cartografía).

## 1.1.6 Justificación

Teórica: Hay un déficit de agua de ingreso a la laguna que no está aclarado.

Practica: Se quiere entender el comportamiento del cuerpo de agua para poder relacionarlo con el funcionamiento del ecosistema.

Relevancia Social: La laguna es una fuente de subsistencia para la comunidad (alimento, turismo) por lo tanto es de mucho interés que se mantenga en buen estado.

## 1.2 Marco teórico

### 1.2.1 Estado actual del conocimiento del tema

La laguna de Limoncocha se encuentra ubicada dentro de la parroquia de Limoncocha, del cantón Shushufindi, de la provincia de Sucumbíos en la Amazonía Ecuatoriana.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

La Reserva Biológica de Limoncocha está ubicada dentro del corredor Sacha-Shushufindi, y está catalogado como un humedal RAMSAR (Convención sobre los humedales Ramsar, Irán, 1971), a partir de julio de 1998 (ECOLAP & MAE, 2007).

La reserva biológica de Limoncocha se encuentra dentro de la cuenca del río Capucuy, cuyos tributarios son: el Playayacu, el Pishira, el Blanco y el Piñasyacu. Se halla a 230 metros sobre el nivel del mar, y cuenta con un área de 4613 Ha (ECOLAP & MAE, 2007).

Se trata de una laguna de tipo Riverina (Colinvaux, et al, 1985), con unas edades de radio carbono de entre 1230+-120 años en sedimentos en el fondo.

La humedad relativa se encuentra por sobre el 80%, la mayor parte del tiempo. La temperatura ambiental, se registra en 25 °C, y existe una precipitación anual de aproximadamente 3200 mm (ECOLAP & MAE, 2007).

El punto más profundo de la laguna de Limoncocha alcanza los 3 metros, con un promedio de 1,90 metros. Posee una longitud máxima de 3 kilómetros, y se registra un área de 2,28 km<sup>2</sup> (Villalba F. & Revelo G., 2012).

Existe un evidente exceso en el caudal de salida respecto a los caudales de entrada, los caudales medidos aportan un 30% al caudal total de salida dejando la interrogante: de donde proviene el otro 70% de caudal (Villalba F. & Revelo G., 2012).

Se cree que el aporte mayoritario a la laguna puede ser subterráneo o por acción de un cuerpo de agua no identificado.

## 1.2.2 Adopción de una perspectiva teórica

En base a los estudios de investigación previamente realizados se ha optado por continuar con los análisis de aguas, medición de caudales y se ha decidido hacer una prospección de terreno para encontrar la entrada del agua y así justificar el caudal de salida.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 1.2.3 Marco Conceptual

**Laguna:** Depresión somera semiaislada de las aguas oceánicas costeras por barreras de arena. Cubren de 10 a 15% de las costas del mundo. Son comunes en planicies costeras de poca pendiente y con depositación activa y están restringidas a zonas donde los intervalos de marea son menores de cuatro metros. Su origen puede ser compuesto. 1) Masa de agua estancada de un Río por efecto de la obstrucción de un canal de desagüe hacia el mar; 2) Masa de agua encerrada en el interior de un atolón coralino; 3) Masa de agua ubicada tras un arrecife frageante, entre éste y la tierra principal (De la Lanza et al, 1999).

**Río:** Esguerrimiento de agua concentrado de un curso permanente o semipermanente. Conjunto de un sistema de drenaje. Por su carácter, de la corriente se distinguen los ríos permanentes y temporales. Por su formación pueden ser: de planicie, montañosos, palustres, kársticos, y por su origen alóctonos y autóctonos. Por su posición topográfica pueden ser de montaña o juveniles, de transición o maduros o de planicie o viejos. Presentan una cabecera y una desembocadura que puede localizarse en una cuenca lacustre o marina, en otro Río o en una zona árida donde frecuentemente termina como Río ciego. El conjunto de todos los afluentes forma una cuenca hidrológica o sistema fluvial (De la lanza et al, 1999)

**Hidrología:** Ciencia que estudia los fenómenos y procesos que transcurren en la hidrosfera. Se subdivide en hidrología superficial, hidrología subterránea y oceanología. En cada caso estudia el régimen, balance hídrico, dinámica del agua, procesos termales y las sustancias agregadas. Estudia el ciclo del agua en la naturaleza, la influencia sobre el mismo de la actividad humana, y su evolución en territorios determinados y en la tierra en conjunto (Fraume, 2007)

**Cartografía:** La cartografía se encarga de plasmar en una superficie plana (papel) toda la información posible acerca de una zona determinada de la superficie terrestre, representando con mayor o menor detalle las características más importantes que pudiesen existir, conservando en lo posible las relaciones angulares y lineales existentes entre los elementos representados.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Esto último es el principal problema de la cartografía: “la conservación de las relaciones angulares y lineales”, que además, deben ser tan cercanas a la realidad como sea posible. Este problema no es de fácil solución, debido a que la tierra no es una superficie plana, y la representación de los elementos existentes sobre su superficie sufren deformaciones difíciles de corregir al ser proyectados sobre una superficie plana. Para resolver estos problemas la cartografía utiliza las matemáticas. (Sánchez, 2010)

**Interconexión de cuerpos de agua:** Los caudales también aumentan y los ríos empiezan a correr por los valles; la velocidad es lenta y sus cauces empiezan a serpentear formando meandros. En este proceso muchos meandros se rompen por los sitios más débiles hasta formar lagos e islas a lo largo de todo su curso (Roldan, 2008).

El agua superficial es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas. (USGS. EPA, 2004). Las aguas superficiales pueden estar fluyendo constantemente como los ríos o estar en reposo como los lagos y lagunas. El escurrimiento se da sobre la tierra debido a la gravedad y a la inclinación del terreno. Así cuando el agua cae del cielo (o se precipita, por ejemplo en forma de lluvia) la que no se infiltra, escurre en la dirección de la pendiente (hacia abajo) hasta que llega a los ríos y lagos. (USGS. EPA, 2004). Dependiendo de las dimensiones del lago, su forma y profundidad especialmente, se producirán corrientes, tanto horizontales como verticales que le darán sus características especiales como ecosistemas. (USGS. EPA, 2004). Los intercambios de agua entre los depósitos de agua superficial y los acuíferos son importantes. Los ríos usualmente empiezan como pequeños arroyos y aumentan el caudal a medida que fluyen hacia el mar. El aumento del agua que se produce en su camino hacia el mar, especialmente en la época seca, frecuentemente proviene del agua subterránea. También es posible que las corrientes viertan agua al subsuelo en algunos puntos. (USGS. EPA, 2004)

**Abundancia isotópica:** La abundancia o relación isotópica se define como la proporción entre el isótopo en defecto (menos abundante) y el isótopo en exceso (más abundante). Se representa por la expresión:

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

$$R = \frac{\text{abundancia del isótopo en defecto}}{\text{abundancia del isótopo en exceso}}$$

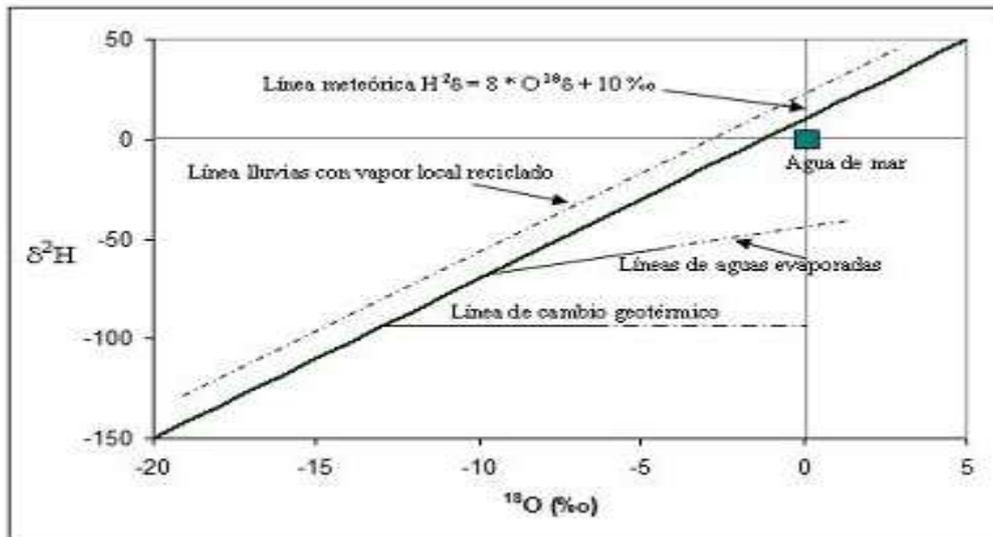
Fuente: Mook, 2001

La abundancia isotópica se describe como un desplazamiento de la relación isotópica de una muestra cualquiera relativo a una muestra de referencia (patrón o estándar).

**Fraccionamiento Isotópico:** El comportamiento de las moléculas que tienen diferentes reparticiones isotópicas no es exactamente igual, pues existen pequeñas diferencias en el comportamiento tanto químico como físico de los compuestos isotópicos, ocasionado por un fenómeno denominado “fraccionamiento isotópico”. La causa principal de esta diferencia en el comportamiento de las moléculas está relacionada con la masa, pues las moléculas isotópicamente más pesadas poseen menor movilidad y mayor energía de asociación en los enlaces (Mook, 2001). El fraccionamiento es el responsable de los cambios de la composición isotópica del agua en el paso de una fase a otra. Durante el proceso de condensación (proceso al equilibrio) que da lugar a la producción de las lluvias, la fracción de vapor que permanece en el aire se empobrece progresivamente en  $^{18}\text{O}$  y  $^2\text{H}$ , por lo que los valores de  $d^{18}\text{O}$  y  $d^2\text{H}$  del vapor de agua se hacen progresivamente más negativos a medida que se producen las precipitaciones (proceso de vacío o efecto de continentalidad). La construcción de la línea meteórica local y la posterior comparación del contenido isotópico de las muestras de agua analizadas del acuífero, permitirá delimitar la zona de recarga y determinar si las aguas subterráneas provienen de la lluvia local, de precipitaciones infiltradas en la parte alta de las montañas, de un río, un lago o combinaciones de las mismas; de igual forma se podrá conocer si el agua procede de una época anterior a la actual y en el caso un acuífero costero sometido a problemas de salinización establecer el origen o causas de la misma. En la figura se presenta aspectos característicos de la línea meteórica mundial.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## Línea meteórica mundial

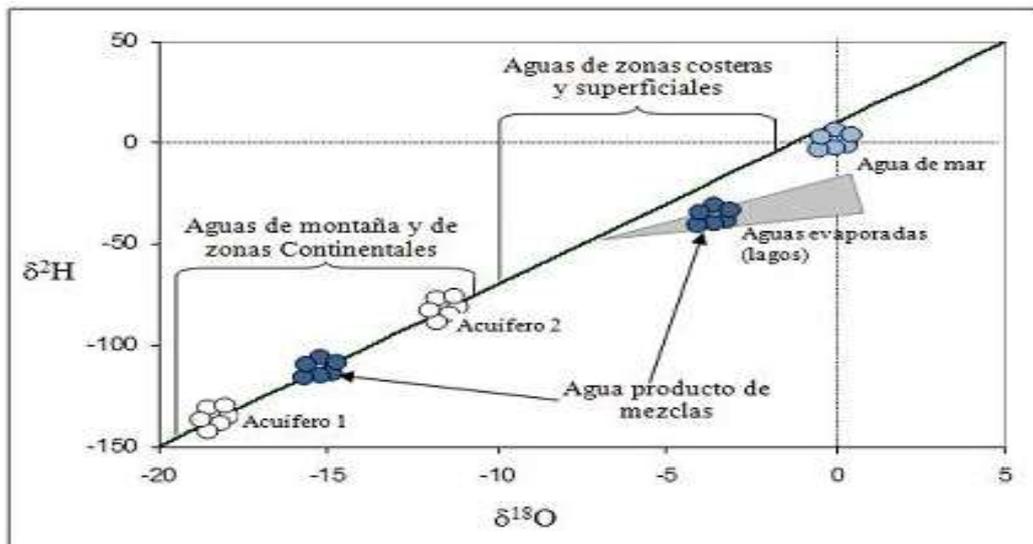


Fuente: Agua y Sig, 2010

La composición isotópica que presenta determinado tipo de agua es como una huella dactilar, pues aguas de distintos orígenes poseen diferente composición isotópica; el agua que se evapora del océano está enriquecida en isótopos ligeros ( $^1\text{H}$  y  $^{16}\text{O}$ ) y por ende empobrecidas en Deuterio y  $^{18}\text{O}$  con respecto del agua del mar; de igual forma las aguas de glaciales, nieve y fuentes continentales presentan valores deuterio y  $^{18}\text{O}$  muy bajos en comparación con las aguas del océano. Las aguas geotermales constituyen un caso particular, pues presenta valores positivos para la desviación isotópica del  $^{18}\text{O}$  debido a que las altas temperatura producen un intercambio importante a nivel isotópico entre los dos componentes (suelo – agua), como hay pocos minerales con hidrogeno en la estructura de la roca, se va a presentar una modificación principalmente con el  $^{18}\text{O}$  y como los minerales de la roca son más enriquecidos en este isótopo que las aguas, el resultado va a ser una desviación horizontal hacia un polo más enriquecido de las aguas. A medida que disminuye la temperatura del aire, ya sea por efectos estacionales, latitudinales o elevación, se produce un empobrecimiento de los isotopos más pesados, lo que puede ser útil para determinar la zona de recarga de los acuíferos. Los acuíferos pueden estar alimentados directamente por agua lluvia o indirectamente por un lago, un río o por una mezcla de dos o más fuentes, inclusive el origen podría ser de la lluvia directa pero que se evapora antes de infiltrarse al acuífero o provenir de la lluvia que cae en la parte alta de las montañas.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Marca isotópica para aguas de diferentes orígenes, relacionada con los efectos ocasionados por la latitud, elevación y evaporación



Fuente: Agua y Sig, 2010

## Modelo de los regímenes de inundación para la representación cartográfica de ecosistemas del ecuador continental

Es un modelo creado por el MAE, Subsecretaría de Patrimonio Natural entre otras instituciones para tener un mapa que represente el estado de la Biodiversidad en el Ecuador, y generar un “Mapa de Ecosistemas y Uso de la Tierra del Ecuador Continental” y así tener información de ecosistemas, su remanencia, su nivel de representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y una identificación de áreas prioritarias para conservación y restauración.

También ayudara a estructurar un sistema de monitoreo ambiental que permita identificar trayectorias de 8 Modelos de los regímenes de Inundación para la Representación Cartográfica de Ecosistemas en el Ecuador Continental, cambio de las coberturas de la tierra y analizar el impacto de las políticas nacionales de ordenamiento del territorio sobre el capital natural (Subsecretaría de Patrimonio Natural, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

La inundación es un evento natural relacionado directamente con la Geomorfología fluvial que presenta criterios para el análisis de tendencias evolutivas en la corriente fluvial con sus continuas modificaciones (Pedraza, et al, 1996), para delimitar áreas con probabilidad de ser inundadas por las crecidas en períodos distintos: de invierno o de abundante nivel de precipitación a lo largo del año, es importante identificar los elementos morfológicos que sean inundables, inundados o susceptibles a inundación, y realizar una zonificación de unidades geomorfológicas afectadas por este fenómeno en forma permanente o temporal. (Subsecretaria de Patrimonio Natural, 2013)

**Zonas Inundables:** Corresponden a ámbitos geomorfológicos asociados generalmente a valles o llanuras de inundación que se inundan estacionalmente con aguas de desbordamiento de ríos o precipitación local. Estas áreas pueden estar formadas por las playas, canales de crecida o por terrazas bajas cercanas a las orillas y por aquellas más alejadas que pueden sufrir inundaciones esporádicas y comprenden períodos de inundación de duración diaria o semanal, mientras que las áreas cercanas a las orillas de ríos con bancos bajos o complejos de diques y depresiones formados por la migración lateral del río, sufren inundaciones algo más largas. En estas zonas se esperan suelos de texturas finas, anegados por 1 m o más de agua durante períodos de inundación que van de 1-4 semanas al año la mayoría de años. En estas zonas existen suelos de texturas finas, franco limosos a arenos arcillosos, con drenaje imperfecto a bueno (Subsecretaria de Patrimonio Natural, 2013).

**Zonas Inundadas:** Corresponden a lagos, lagunas, cauces activos o cauces abandonados que se inundan por más de 8 meses al año la mayoría de los años. De igual manera estas áreas se pueden encontrar en las zonas adyacentes a la llanura de inundación de los ríos generalmente sobre depresiones o también en valles o bacines en los interfluvios alejados de los planos de inundación de los ríos. Estas áreas se caracterizan por tener suelos permanentemente saturados y con drenaje deficiente (Subsecretaria de Patrimonio Natural, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

**Zonas susceptibles a Inundación:** Corresponden a llanuras aluviales y litorales, terrazas y abanicos aluviales y otras formas dentro de llanuras que pueden inundarse debido a un desbordamiento de ríos o un evento de alta precipitación (Subsecretaría de Patrimonio Natural, 2013).

**Worldclim (Free climate data for ecological modeling and GIS):** Es un conjunto de capas de clima global (redes climáticas) con una resolución espacial de aproximadamente 1 kilómetro cuadrado. Los datos pueden ser utilizados para el mapeo y modelado espacial en un SIG o con otros programas de ordenador. Fue producido por varios investigadores del Museum of Vertebrate Zoology de la Universidad de Berkeley, que colectaron los datos de miles de estaciones meteorológicas alrededor del mundo para limpiarlos e interpolarlos y crear capas ambientales (rasters) de 2 variables que son temperatura (máxima y mínima) y precipitación medición y calculadas por mes (Hijmans et al. , 2005).

## 1.2.4 Hipótesis

Existe un cuerpo de agua desconocido que da un importante aporte de caudal a la laguna y éste podría ser subterráneo o superficial, se sospecha que se encuentra antes de llegar al caño de salida de la laguna.

## 1.2.5 Identificación y caracterización de variables

Las variables en el presente proyecto están determinadas por parámetros físicos y químicos del agua que fluctuarán según las condiciones ambientales y/o antropogénicas.

Físicos:

- Caudal
- Temperatura (T)
- Conductividad
- Profundidad Secchi (DS)

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Químicos:

- Potencial Hidrógeno (pH)
- Oxígeno disuelto (OD)
- Nitratos (NO<sub>3</sub>)
- Nitrógeno Total (NT)
- Fosforo total (FT)
- Clorofila (cl $\alpha$ )
- Composición Isotópica (isótopos estables del agua): Deuterio en Agua (<sup>2</sup>H), Oxígeno 18 (<sup>18</sup>O)

Condiciones ambientales:

- Precipitación
- Temperatura Ambiente

Además se elaboraron diagramas ombrotérmicos usando datos de precipitación y temperatura ambiente para determinar meses de sequía y de mayor precipitación.

## 2 MÉTODO

### 2.1 Nivel de estudio

El presente proyecto es de tipo exploratorio debido a que su investigación es realizada en campo, obteniendo datos como pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura, Caudales, Humedad, y haciendo un recorrido de campo donde se plantea encontrar un cuerpo de agua desconocido que abastece a la laguna, al igual que la toma de muestras para los análisis hechos en laboratorio de Nitratos, Fosforo Total, Clorofila “ $\alpha$ ” e Isotopos estables en el agua. Para así lograr entender el comportamiento de la laguna y esclarecer el desbalance hídrico que existe en la misma.

Es de tipo Descriptivo por qué se debe seguir ciertos pasos ya establecidos para la obtención de Nitratos, fosforo Total, Clorofila “ $\alpha$ ” e Isotopos estables para saber que puede estar pasando en la laguna.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Es de tipo Explicativo ya que busca responder a la duda del porque la laguna tiene un desbalance hídrico, al tener supuestamente todos sus afluentes y efluentes conocidos.

Es de tipo correlacional porque busca encontrar una correlación entre la laguna Limoncocha y el Río Napo.

## 2.2 Modalidad de la investigación

La investigación tendrá una modalidad de campo ya que los datos antes mencionados serán recogidos in situ, al igual que las muestras de agua para luego ser llevadas a su análisis en laboratorio.

Documental porque está apoyada en documentos impresos y digitales que se tiene por investigaciones ya realizadas y profundizar conocimientos en temas de análisis químico de agua, limnología, hidrología, meteorología y la realización de mapas.

## 2.3 Método

**Hipotético-Deductivo:** Se quiere verificar la hipótesis inicial encontrando el cuerpo de agua.

## 2.4 Población y muestra

**Población:** Laguna de Limoncocha, vertientes, afluentes, afluentes y río Napo.

**Muestras:** Se realizaron mediciones de parámetros químicos y físicos durante ocho meses, a partir de octubre del 2012, mismos que se tabularon y organizaron con los datos previamente obtenidos por Ortiz, 2012.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 2.5 Selección de instrumentos de investigación

**Observación:** Se realizaron observaciones in situ de la laguna sus afluentes, efluentes, y la prospección en terreno que se realiza buscando el cuerpo de agua no identificado. Trabajo de campo y recolección de datos in situ como Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad, pH

**Cuantificación:** Mediante fórmulas se calculó los el déficit de oxígeno, y se utilizó Excel para tabular todos los datos obtenidos.

**Experimentación:** Se usó el laboratorio de química para los análisis de Nitratos, Fosforo Total y Clorofila. Se utilizaran diferentes programas para la elaboración de mapas.

## 2.6 Validez y confiabilidad de instrumentos

La observación y el trabajo de campo se lo llevo a cabo desde el inicio del proyecto, y se lo verificó y validó a lo largo del desarrollo con el asentamiento y análisis de los datos obtenidos en los 8 meses de proyecto. Se usó los datos de proyectos anteriores para tener datos más confiables.

Los análisis de Nitratos, Fosforo Total y Clorofila se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad, mientras que los análisis de Isotopos Estables se enviaron a un Laboratorio Certificado.

Se usaron métodos conocidos:

- Toma de muestras para análisis en laboratorio de parámetros químico y contenido de isótopos estables.
- Medición de parámetros físicos y químicos in situ
- Toma de puntos GPS

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 2.7 Operacionalización de variables

**Coordenadas Geográficas:** Las coordenadas geográficas constituyen un clásico sistema de referencia en tres dimensiones: un punto cualquiera de la superficie terrestre queda posicionado respecto a tres ejes perpendiculares que, a su vez, dan lugar a tres planos ortogonales entre sí. En la esfera terrestre se puede calcular el valor lineal de ese punto respecto a los tres planos mencionados o, más comúnmente, establecer el valor angular del punto: longitud respecto al meridiano de Greenwich (barrio londinense que da nombre, desde el año 1884, al meridiano considerado universalmente como origen) y latitud respecto al ecuador (paralelo origen) (Melendo et al, 2002). Se tomarán coordenadas para definir los puntos de muestreo, y para trazar la ruta del aporte de agua desconocido, en las campañas de campo.

**Sistema Geodésico Mundial 84 (WGS 84):** Se trata de un sistema de referencia creado por la Agencia de Mapeo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América (Defense Mapping Agency - DMA) para sustentar la cartografía producida en dicha institución y las operaciones del Departamento de Defensa (DoD). Permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999). Este sistema geodésico estuvo estrechamente ligado al desarrollo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) sirviendo durante mucho tiempo para expresar las posiciones tanto de los puntos terrestres como de los satélites integrantes del segmento. (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999). El WGS84, es el mejor sistema de referencia geodésico global para aplicaciones cartográficas, geoposicionamiento y navegación, y estudios de geofísica. (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999). Desde el punto de vista militar, WGS 84 es el sistema oficial aprobado por la Junta de Comandantes en Jefe de los Estados Unidos de América para las operaciones militares en todo el mundo. Casi todo el equipamiento militar actual incluyendo sistemas de navegación y armamentos emplean de algún modo este sistema de referencia mundial. (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999)

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

El Sistema Geodésico Mundial es un estándar para su uso en la cartografía, geodesia y navegación. Cuenta con un estándar de coordenadas de la Tierra, un estándar de referencia de la superficie esférica (el dato o elipsoide de referencia) para los datos de altitud primas, y una superficie equipotencial gravitacional (el geoide) que define el nivel del mar nominal. El origen de coordenadas de WGS 84 está destinado a ser ubicado en el centro de la masa de la Tierra, se cree que el error es menos de 2 cm. (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999)

**Caudal:** Se refiere a la cantidad de fluido transportado a través de un área específica en un período de tiempo determinado (Bello, 2000). Para el presente estudio, se han considerado dos métodos de medición de caudal: Método área-velocidad y Método volumétrico. El primero, es utilizado en canales y acequias, pero su uso es limitado debido a que se obtienen valores estimativos del caudal. Para realizar la medición por éste método, se requiere conocer el área por donde transita el fluido y la velocidad a la cual lo hace. El segundo, mide pequeños caudales de agua, como aquellos que escurren en surcos o pequeñas acequias. Es necesario contar con un recipiente de volumen conocido, en el cual se colecta el agua (Bello, 2000). Se lo medirá in situ, en determinados puntos de muestreo como los ríos y vertiente durante ocho meses.

**Profundidad Secchi:** Previamente, se debe conocer la herramienta con la cual se mide la profundidad Secchi. El disco Secchi, es un instrumento con el cual se mide la profundidad de la zona fótica de los lagos. Se trata de un disco metálico de aproximadamente 25 cm de diámetro, de color blanco y negro. En el centro del plato, se halla una cuerda graduada en metros (Roldán, 2008).

El disco Secchi se deja caer en el agua hasta que desaparezca totalmente, y la distancia a la cual el plato aparece nuevamente, desde la perspectiva del observador, se conoce como profundidad Secchi, y se expresa en metros (Roldán, 2008). Como se mencionó anteriormente, el disco Secchi es utilizado para medir la profundidad fótica de un cuerpo de agua, la cual es la región entre la superficie y la profundidad a la cual desaparece el 99% de la luz superficial (Cole, 1988). La profundidad Secchi se ve afectada por la vista del observador, reflectancia del disco, contraste con el agua, etc. (Cole, 1988). Las mediciones se realizaron mensualmente en los tres puntos dentro de la laguna en un período de 8 meses.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

**Oxígeno Disuelto:** El oxígeno molecular ( $O_2$ ) disuelto, constituye el agente oxidante de mayor importancia en las aguas naturales. Las fuentes de oxígeno en cuerpos de agua son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis que se desarrolla dentro, los afluentes y la agitación moderada. El consumo de oxígeno libre que se genera con mayor fuerza, es la oxidación de materia orgánica por respiración a causa de microorganismos descomponedores (Roldán, 2008). El oxígeno está definido como escasamente soluble, ya que no reacciona químicamente con el agua, su solubilidad varía directamente con la presión atmosférica a cualquier temperatura. Es por esto que la solubilidad del oxígeno atmosférico en el agua dulce varía desde 14.6 mg/l a 0°C, hasta 7 mg/l a 35 °C aproximadamente, a 1 atm de presión (Sawyer et al., 2001). Se lo medirá in situ mensualmente en todos los puntos de muestreo durante 8 meses.

**Potencial Hidrógeno:** El pH se define como el logaritmo en base 10 del recíproco de la molaridad de los hidrogeniones, y matemáticamente se expresa como:

$$pH = -\log (H^+)$$

El potencial hidrógeno (pH) expresa la magnitud de acidez o basicidad. Es por esto que los ácidos son definidos como sustancias que al disociarse dan iones hidrógeno o protones, y las bases son sustancias que cuando se disocian dan iones hidroxilo (Baird, 2004). El pH está comprendido entre un rango de 0 a 14, siendo ácido y básico respectivamente, en donde el valor de pH 7 a 25 °C corresponde a la neutralidad (Baird, 2004). Se lo medirá in situ mensualmente en todos los puntos de muestreo por 8 meses.

**Temperatura:** Medida del potencial calorífico del agua. Su valor se expresa en °C. en aguas subterráneas no suele sufrir variaciones importantes en un mismo punto del acuífero. Su valor suele coincidir con la temperatura ambiental media anual incrementada en el gradiente geotérmico (aproximadamente 1°C por cada 30 m de profundidad del pozo). Debe medirse directamente a la salida del pozo de bombeo para evitar que se mezcle con el agua del depósito (si existe). El termómetro debe mantenerse en contacto con el agua hasta que se estabilice su columna de mercurio.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

La variación de la temperatura influye en la solubilidad de las sales y en el contenido de gases disueltos. (Martínez et al, 2006). Se lo medirá in situ mensualmente en todos los puntos de muestreo por 8 meses.

**Conductividad:** En la naturaleza se encuentran presentes sólidos disueltos, por ello las sales disueltas en agua se descomponen en iones con carga positiva y negativa. Entonces se define a la conductividad como la capacidad de una solución para conducir la corriente eléctrica en función de las concentraciones de iones disueltos. Los iones más positivos son sodio ( $\text{Na}^+$ ), calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ). Los iones más negativos son cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), carbonato, bicarbonato. Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad aunque son muy importantes biológicamente (Roldán, 2008). Se lo medirá in situ mensualmente en todos los puntos de muestreo por 8 meses.

**Fósforo Total (FT):** Tras varias investigaciones se ha demostrado que el nitrógeno y el fósforo son esenciales para el crecimiento de las algas y cianobacterias, y que la limitación de estos elementos es usualmente el factor que controla su tasa de crecimiento. Es por esto que, cuando se determina abundancia de los dos elementos en los cuerpos de agua naturales tiene lugar el florecimiento de algas, que genera una condición molesta en el cuerpo de agua presente (Baird, 2004). Además, la mayor parte del fósforo inorgánico es depositado por los desechos humanos, como resultado de la degradación metabólica de las proteínas y la eliminación de los fosfatos presentes en la orina. Muchos de los detergentes contienen del 12% al 13% de fósforo, o más del 50% de polifosfatos (Baird, 2004). Este parámetro se midió mensualmente, tomando la muestra de cada punto y llevándola a analizar en el laboratorio mediante el procedimiento establecido por HACH, Método 10210, TNTplus 843 LR (0.15–4.50 mg/L  $\text{PO}_4$ )

**Nitratos ( $\text{NO}_3$ ):** Este compuesto se encuentra presente en las aguas naturales en las formas inorgánicas y orgánicas. Dependiendo del grado de oxidación del átomo de nitrógeno, se presenta en los cuerpos de agua de diferentes formas. Entonces, las formas más reducidas son el amoníaco,  $\text{NH}_3$  y su ácido conjugado, el ión amonio,  $\text{NH}_4^+$ . A su vez la forma más oxidada es el ion nitrato, el cual existen en sales sólidas, en disoluciones acuosas y en el ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$  (Roldán, 2008).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En ambientes con presencia de oxígeno (aeróbicos), como se da en la superficies de lagos, el nitrógeno está presente en su estado de oxidación más alto, es decir en forma de nitrato, por el contrario en lugares en donde existe una ausencia de oxígeno (anaeróbicos) como es el caso del fondo de lagos estratificados, existe el nitrógeno en su estado más reducido, es decir en las formas amoníaco y de ion amonio (Roldán, 2008). Este parámetro se midió mensualmente, tomando la muestra de cada punto y llevándola a analizar en el laboratorio con el Método 10206 (Dimethylphenol Method) LR (1.00 - 60.00 mg/L NO<sub>3</sub>).

**Clorofila (cl<sub>a</sub>):** La clorofila  $\alpha$  se caracteriza por ser el principal pigmento fotosintético presente en las algas, por esto se utiliza éste pigmento para estimar la biomasa de las comunidades fitoplanctónicas. Además, se lo utiliza como un indicador del grado de contaminación de los ecosistemas acuáticos (Rivera et al., 2005). Este parámetro se midió mensualmente, tomando la muestra de cada punto y llevándola a analizar en el laboratorio mediante procedimientos de extracción de pigmentos.

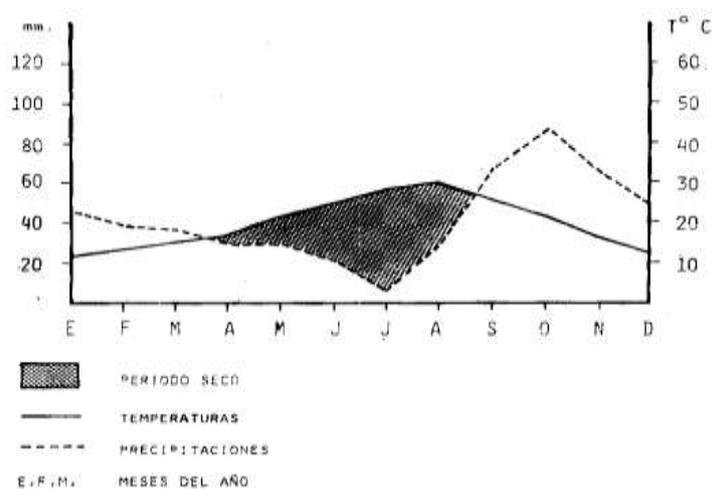
**Precipitación:** Es un componente de entrada del ciclo hidrológico, su presencia radica en forma de lluvia, nieve o granizo; la precipitación surge a partir de la condensación del vapor de agua a grandes alturas atmosféricas en pequeñas partículas líquidas o inclusive solidificación en forma de partículas de hielo que se adhieren a núcleos sólidos de suelo, arcilla, hidrocarburos, sales marinas, etc. Cuando las gotas aumentan su tamaño gracias a la coalescencia o agregación de sólidos, caen por acción de la gravedad hacia el planeta. La precipitación puede cuantificarse a través de pluviómetros, Radar o Sensores Remotos (Subsecretaría de Patrimonio Natural, 2013). Se tomaron datos de precipitación y temperatura ambiente del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio (Provincia de Sucumbíos): Nuevo Rocafuerte, Coca Inami, Palmoriente Huachito, Lumbaqui, Tena Chaupishungo.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

**Isotopos estables del agua ( $^2\text{H}$  y  $^{18}\text{O}$ ):** Los isotopos del agua,  $2\text{h}$  y  $^{18}\text{O}$ , son muy útiles debido a su comportamiento conservativo en el agua (constituyentes de la molécula de agua) y a la gran variabilidad de sus relaciones isotópicas  $^2\text{H}/^1\text{H}$  y  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ . (Mook, 2001). En aquellos lugares en los que es posible describir la composición isotópica de estas fuentes, se deben realizar análisis isotópicos del agua del Río ya que estos proporcionan información sobre el origen y la cantidad de las diferentes contribuciones. (Mook, 2001). Se tomaron 11 muestras correspondientes a la laguna, ríos, vertientes e inclusive de agua lluvia para obtener datos que permitan establecer relaciones con el río Napo, se debe mencionar que los análisis se realizaron en un laboratorio acreditado para este fin.

**Diagrama Ombrotérmico de Gausse:** Los diagramas Ombrotérmicos de Gausse consisten, esencialmente, en dibujar a lo largo del año, la curva de temperaturas medias mensuales y las lluvias medias mensuales, en una correspondencia de escalas tal que a  $5^\circ\text{C}$  de temperatura correspondan 10 mm de lluvia. (García, 2008).

Imagen 2: Ejemplo para elaboración de diagrama ombrotérmico



Fuente García, 2008

Una vez establecido el diagrama ombrotérmico de Gausse, se puede identificar dos sombras coincidentes con los períodos vegetativos, y otra sombra de signo distinto coincidente con la sequía. (García, 2008). Para la elaboración de dichos diagramas se utilizarán los datos de precipitación y temperatura proporcionados por el INAMHI.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 2.8 Procesamiento de datos

Los datos obtenidos mediante los instrumentos mencionados en el numeral 2.5 fueron procesados con la ayuda de Microsoft Office, especialmente de Word y Excel; las hojas de cálculo de Excel permitieron manipular la información recolectada en la investigación, además se utilizó herramientas estadísticas como cuadros, cuadros de tendencia, diagramas, entre otros.

Adicionalmente se elaboró mapas con ayuda del programa ArcGis, obteniendo cartografía del lugar en estudio.

Las fórmulas que se utilizaron en la presente investigación son:

### 2.8.1 Conversión de Nitratos a Nitrógeno Total

#### Fórmula 2.8.1

$$NT = NO_3 \times \left( \frac{14}{62} \right)$$

Fuente: Ordoñez, 2013. Comunicación Personal

Dónde:

NT= Nitrógeno Total

NO<sub>3</sub>= Nitratos

### 2.8.2 Fórmula para determinar el déficit de oxígeno a partir de la fórmula de concentración de saturación de oxígeno disuelto en agua.

#### Fórmula 2.8.2 a

$$C_s = 14.662 - 0,41022T + 0,007991T^2 - 0,000077745T^3$$

Fuente: Elmore and Hayes, 1960.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Dónde:

Cs= Concentración de Saturación

T=Temperatura del Agua (°C)

Se corrige porque es dada para 0 m.s.n.m y 1 atm.

## Fórmula 2.8.2 b

$$C_{sc} = C_s \left\langle \frac{(P - P_v)}{(760 - P_v)} \right\rangle$$

Fuente: Elmore and Hayes, 1960.

Dónde:

Csc=Concentración de O<sub>2</sub> a la altura deseada (mg/L)

P= Presión Atmosférica a esa altitud (mmHg)

Pv=Presión de Vapor a la T dada (mmHg)

## Fórmula 2.8.2 c

$$P = 760 e^{\frac{-h}{8005}}$$

Fuente: Elmore and Hayes, 1960.

Dónde:

h= Altura de Limoncocha (m)

## Fórmula 2.8.2 d

$$P_v = e^{(1,52673+0,0714T-0,000246T^2)}$$

Fuente: Elmore and Hayes, 1960

Dónde:

T= Temperatura (°C)

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## Fórmula 2.8.2 e

$$z = \frac{y \cdot 100}{x}$$

Fuente: Ordoñez, 2013. Comunicación Personal

## Fórmula 2.8.2 f

$$\text{Deficit de Oxígeno} = 100\% - z$$

Fuente: Ordoñez, 2013. Comunicación Personal

Dónde:

x= Valor de la concentración de saturación de O<sub>2</sub> en agua calculado.

y= Valor de O.D obtenido.

z= % de Saturación.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Levantamiento de datos

Los puntos de muestreo se determinaron en base al proyecto “Estado trófico de la laguna de Limoncocha en base a los índices de CARLSON y LACAT” (Ortiz, 2012). , de los 13 puntos de muestreo establecidos en dicha investigación se escogieron 9 de ellos en función de las conveniencias del presente proyecto.

Los puntos de muestreo se detallan en la siguiente tabla, esto es, tres puntos en la laguna, dos puntos en los ríos Playayacu y Pishira; y cuatro puntos en las vertientes: Uisek, Militares, Sr. Grefa e Instituto.

Tabla 1: Puntos de muestreo

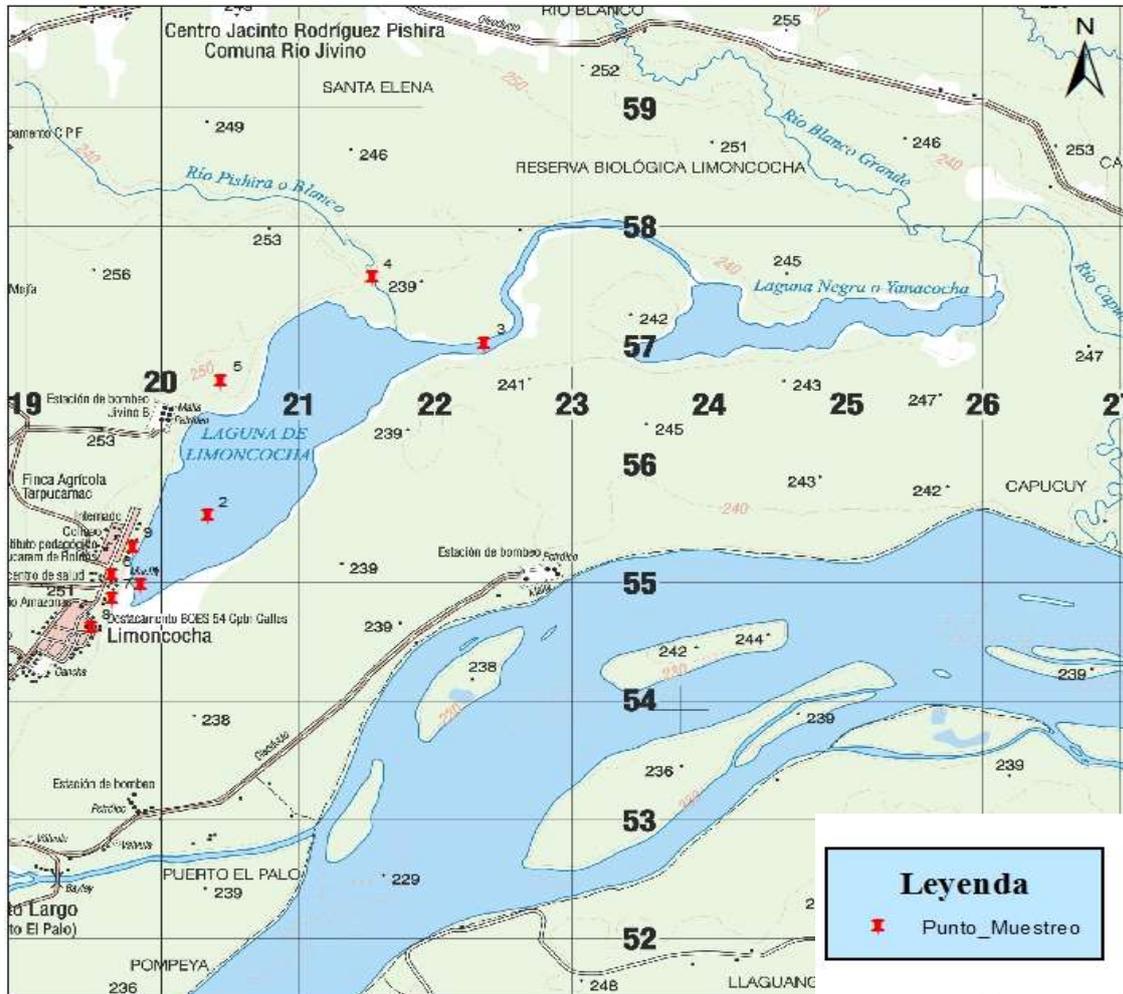
PTO.	COORDENADAS UTM WGS84			UBICACIÓN
	Zona 18M			
	Ubicación	X	Y	
1	LAGUNA	319850	9954967	Frente al Muelle
2		320340	9955553	Centro de la Laguna
3		322366	9957004	Caño
4	VERTIENTES	321542	9957558	Pishira
5		320440	9956688	Playayacu
6		319641	9955050	Uisek
7		319641	9954858	Militares
8		319488	9954608	Sr. Grefa
9		319793	9955287	Instituto

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

A continuación se muestra el mapa de ubicación de los lugares de muestreo:

Imagen 3: Mapa de los puntos de muestreo



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Una vez que se levantaron los datos in situ, con la ayuda de formatos específicos que incluyeron tablas para registrar: Coordenadas Geográficas, Fechas, Horas, Humedad, Temperatura Ambiente, Temperatura del Agua, Caudal, pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Longitudes de Onda a664c y a665c que se obtienen a partir de una espectrofotometría y nos sirven para calcular los valores de Clorofila, Nitratos, Fosforo Total, Profundidad Secchi, Niveles de Agua, Precipitaciones y Observaciones, en campo, las cifras fueron anotadas en un cuadernillo para que luego ser transcritas a los formatos en Microsoft Excel para su debido procesamiento en hojas de cálculo.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2 Presentación y análisis de resultados

### 3.2.1 Mediciones “in situ” en la Laguna

Los resultados obtenidos se presentan en tablas donde se indicará el parámetro, la profundidad a la cual se tomaron los datos, mes y año en que se realizó la medición. Los parámetros “in situ” que se describirán son los siguientes: pH, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y Temperatura, se llevó a cabo en todo el perfil de la misma cada 20 cm, en los tres puntos ya determinados en el numeral 3.1 correspondientes a la laguna.

#### 3.2.1.1 Análisis de datos Punto 1: Frente al Muelle

Tabla 2: Medición mensual de pH, punto 1

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE POTENCIAL HIDRÓGENO PUNTO 1 (pH)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	9,5	8,8	7,0	9,5	9,4	8,9	8,7	8,4	9,3	8,6	9,0	8,5	8,9			8,2	9,1
0,2	9,6	9,1	7,2	9,6	9,3	8,9	8,7	8,4	9,2	8,6	9,0	8,5	9,3			8,4	9,2
0,4	9,6	9,2	7,2	9,6	9,3	8,7	8,7	8,4	9,2	8,6	9,0	8,6	9,5			8,8	9,1
0,6	9,6	9,1	7,3	9,5	9,4	8,4	8,6	8,3	9,0	8,5	9,0	8,6	9,4			9,0	9,0
0,8	9,7	8,9	7,3	8,1	9,3	8,4	8,0	8,1	8,3	8,4	8,9	8,6	9,3			9,4	8,9
1	8,3	8,9	7,3	7,3	9,3	8,0	7,4	8,0	7,9	8,2	8,8	8,6	8,9			9,4	8,7
1,2	7,8	8,9	7,4	7,2	9,4	7,8	7,3	7,8	7,5	8,1	8,7	8,5	8,6			9,3	8,6
1,4	7,6	9,0	7,4	7,1	9,3	7,5	7,1	7,8	7,1	8,0	8,6	8,4	8,5			9,1	8,6
1,6	0,0	8,5	7,1	7,0	9,2	7,4	7,0	7,7				8,2	8,2			8,9	8,5
1,8		7,3	6,9	7,0	9,1	7,2		7,5				7,4	7,9			8,7	8,6
2		7,1	6,9	6,9	7,4								7,6				
2,2		6,8			6,9												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 2, se observa que en todos los meses los valores de pH son elevados, es decir, básicos, con la excepción en el mes de marzo donde se da una tendencia de neutralidad.

Además se evidencia que los valores van disminuyendo a medida que profundidad aumenta. En el mes de marzo se dan los valores más bajos en relación a otros mese, mientras que en el mes de enero de 2012 se llega a tener el valor más alto registrando 9,7.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Comparando enero 2012/2013 se puede notar un descenso de valores, sin embargo se mantiene un comportamiento básico, para el mes de abril 2012 se observa un descenso de valores mientras cambia la profundidad mientras que en abril 2013 se observa un comportamiento diferente primero incrementando sus valores mientras cambia la profundidad.

Tabla 3: Medición mensual de Conductividad, punto 1

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE CONDUCTIVIDAD PUNTO 1 (µS/cm)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	99,5	89,6	90,0	83,1	100,4	102,5	85,4	86,1	97,5	95,9	98,5	92,9				81,6	84,3
0,2	99,3	89,8	90,0	83,0	100,1	102,0	85,3	86,1	96,9	95,5	98,2	92,9				81,6	84,5
0,4	99,1	90,9	90,2	83,1	99,6	101,3	85,2	86,8	96,5	95,0	97,9	92,9				81,7	84,4
0,6	99,1	90,8	90,0	82,9	99,3	101,5	84,8	87,3	96,1	95,3	97,6	93,0				81,8	84,8
0,8	99,0	90,8	90,2	82,0	99,0	101,7	85,2	87,9	95,8	95,2	97,5	93,0				80,8	85,0
1	98,8	90,3	90,3	80,8	99,0	102,1	89,5	89,3	95,4	95,5	96,3	92,8				80,7	84,6
1,2	100,7	91,2	90,2	83,5	98,8	102,3	93,0	91,1	91,8	96,4	96,5	92,6				80,1	84,5
1,4	109,4	91,6	90,3	96,3	99,0	102,5	85,2	94,8	241,0	98,3	93,7	89,2				83,6	84,4
1,6		90,8	107,0	84,8	99,2	103,8	180,9	141,3				86,3				85,0	83,3
1,8		90,8	417,0	87,5	98,9	300,0						85,4				86,6	86,0
2		70,1		246,0	96,1												
2,2		49,8			188,0												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Como se puede evidenciar en la tabla 3, los valores más altos en los meses de enero, mayo y junio del 2012, durante los siguientes meses se mantiene un comportamiento parecido, entre mayo del 2012 y mayo del 2013 se manifiesta un descenso en los valores.

Tabla 4: Medición mensual Oxígeno Disuelto (OD), punto 1

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE OXÍGENO DISUELTADO PUNTO 1 (mg/L)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	14,55	9,16	6,27	14,14	10,08	9,49	11,06	10,51	9,30	7,77	9,80	8,17	11,95			13,77	10,73
0,2	14,76	8,90	6,25	14,24	9,89	9,48	11,76	10,10	9,00	7,67	9,66	8,14	12,19			13,65	11,72
0,4	14,87	8,29	6,06	14,92	9,50	9,48	11,24	9,55	7,63	7,11	9,65	8,05	12,33			13,79	10,40
0,6	14,94	7,27	6,22	14,87	9,20	7,86	9,72	7,86	9,23	6,22	9,70	7,93	11,53			16,09	9,48
0,8	14,87	6,85	6,31	8,30	8,97	6,64	3,65	7,56	5,28	4,00	9,76	7,96	6,24			14,90	8,82
1		6,77	3,37	1,49	9,48	4,25	0,65	5,78	4,33	3,10	9,91	7,52	4,30			14,20	8,65
1,2		6,18	6,47	0,23	8,85	2,19	0,17	3,67	1,18	2,90	10,13	6,92	2,69			7,19	7,73
1,4		5,96	6,25	0,18	8,49	0,18	0,12	3,55	0,39	2,80	6,94	4,47	1,60			4,45	7,67
1,6		4,92	0,17	0,14	2,42	0,11	0,09	1,29				2,75	0,89			3,30	6,13
1,8		0,82	0,88	0,08	0,33	0,09		0,89				1,93	0,71			2,65	5,39
2		0,27	0,12	0,04	0,19							1,04	0,51			0,72	
2,2		0,25			0,19												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 4, se hace referencia a los valores obtenidos mensualmente para OD, donde se puede observar a los valores más altos en enero, abril, mayo y julio del 2012. Por otro lado los valores más bajos se encuentran en marzo del 2012. Adicionalmente desde una profundidad de 1.4 y 1.6 los cambios se hacen más drásticos.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Si se compara a enero 2012 y 2013 se hace evidente el descenso de valores, al igual que en el mes de abril 2012 y 2013. Sin embargo para el mes de mayo 2012 y 2013, el comportamiento se mantiene.

Tabla 5: Medición mensual de Temperatura, punto 1

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE TEMPERATURA PUNTO 1 (C°)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	30,8	27,4	27,5	29,1	27,3	28,7	27,5	28,7	29,5	29,2	27,4	27,5	30,4			30,0	27,1
0,2	30,8	27,4	27,6	28,7	27,2	28,8	27,6	28,6	29,1	29,2	27,4	27,4	30,1			30,4	27,6
0,4	30,9	27,1	27,7	28,9	27,2	28,8	27,6	28,3	28,8	29,0	27,5	27,4	30,0			30,5	27,5
0,6	30,9	27,0	27,7	28,8	27,1	28,5	27,3	28,5	28,7	29,1	27,2	27,4	29,8			29,6	27,3
0,8	30,9	26,9	27,7	27,4	27,1	28,3	27,0	28,0	28,6	29,1	27,2	27,3	29,4			29,3	27,2
1	30,8	26,9	27,7	27,1	27,1	28,3	26,3	27,8	28,6	28,8	27,2	27,2	29,1			29,0	27,1
1,2	30,1	26,9	27,5	26,8	27,1	28,2	25,8	28,1	28,5	28,7	26,9	26,9	28,7			28,4	27,1
1,4	29,0	26,8	27,6	26,5	27,1	28,0	25,6	27,7	27,9	28,6	26,6	26,8	28,3			28,2	27,1
1,6		26,8	27,0	26,5	26,9	27,8	25,7	27,7				26,8	27,9			28,2	27,0
1,8		26,8	27,2	26,3	25,9	27,7		27,6				26,7	27,8			27,5	27,0
2		25,0	26,8	26,6	25,7								27,8			26,5	
2,2		25,2			25,7												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Con respecto a los datos obtenidos para la variable temperatura, los valores más altos (<30°C>) se presentan en enero del 2012, 2013 y abril 2012, 2013. Las cifras en general muestran un comportamiento parecido en todos los meses de medición. Si se relacionan los meses de enero 2012 y enero 2013 se observa un ligero descenso de temperatura.

Para enero 2012 se tiene una temperatura por arriba de los 30°C hasta la profundidad de 1,2m mientras que en enero del 2013, las temperaturas de 30°C en adelante se presentan hasta los 0,4 m de profundidad.

En abril del 2012 los datos de temperatura se encuentran por debajo de los 30°C y para abril de 2012 las temperaturas exceden los 30°, es decir que existe un incremento. Para mayo 2012/2013 se tiene la temperatura dentro del mismo rango.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.1.2 Análisis de datos Punto 2: Centro (Frente a la Laguna)

Tabla 6: Medición mensual de pH, punto 2

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE POTENCIAL HIDRÓGENO PUNTO 2 (pH)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	9,9	9,3	7,5	9,8	9,0	9,5	9,3	8,4	9,7	9,4	9,7	8,7	9,8			8,5	9,0
0,2	9,9	9,3	7,6	9,8	9,0	9,5	9,3	8,4	9,8	9,5	9,7	8,7	9,9			8,6	9,1
0,4	9,8	9,3	7,6	9,8	9,0	9,5	9,1	8,3	9,7	9,5	9,7	8,8	9,9			8,5	9,1
0,6	9,8	9,1	7,6	9,7	9,0	9,4	8,6	8,3	9,6	9,5	9,7	8,8	9,9			8,6	8,6
0,8	9,7	8,8	7,6	9,7	9,0	9,3	8,3	8,2	9,5	9,5	9,7	8,8	9,9			8,7	9,0
1	9,6	8,6	7,6	9,6	9,0	9,1	8,2	8,2	9,4	9,5	9,6	8,8	9,8			8,8	8,8
1,2	8,0	8,6	7,6	9,4	9,0	8,4	8,0	8,2	8,7	9,5	9,6	8,8	9,7			8,9	8,6
1,4	7,4	8,4	7,6	7,6	8,9	7,8	7,7	8,1	8,2	9,4	9,4	8,7	9,4			8,8	
1,6	7,5	8,4	7,6	7,3	8,8	7,5	7,2	8,0	7,8	9,4	9,2	8,7	9,2			8,8	
1,8	7,3	8,3	7,6	7,2	8,7	7,4	7,1	8,0	7,6	8,7	8,7	8,7	9,0			8,9	
2	7,1	7,4	7,3	7,0	8,7	7,3	7,1	7,9	7,5	7,3	8,0	8,7	8,7			8,8	
2,2	6,6	6,9	7,0	6,7	6,9	7,0	6,9	7,8	6,8			8,6	8,5			8,8	
2,4	6,6	6,6	6,8	6,9	6,8	6,9	6,8	7,7	6,8			7,7	8,4			8,5	
2,6	6,7		6,7					7,7								7,8	
2,8																7,4	
3																7,3	

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 6, se registran los valores de pH, en un rango de 6 a 9, los datos más altos se presentan en los meses de enero 2012 y enero 2013, en contraste los valores más bajos se encuentran en marzo del 2012, sin embargo se puede evidenciar el comportamiento general tiende a ser un pH básico. Si se compara a enero 2012 con enero 2013 no se registran grandes variaciones en la superficie sino hasta llegar a 1.2 m de profundidad, a partir de esa distancia se puede observar un incremento de valores.

Para abril del 2012/2013 se observa una disminución de la variable, pero se tiene el mismo comportamiento, en mayo 2012/2013 la tendencia básica de potencial hidrógeno se mantiene.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Tabla 7: Medición mensual de Conductividad, punto 2

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE CONDUCTIVIDAD PUNTO 2 (us/cm)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	99,4	88,7	89,1	84,8	101,0	101,4	85,6	91,5	99,4	97,0	100,7	93,3				82,8	85,8
0,2	99,9	88,6	89,2	84,9	100,9	101,5	85,3	91,7	99,4	96,9	100,6	93,4				82,2	85,7
0,4	100,1	88,6	89,3	84,1	100,9	101,4	85,0	92,9	98,6	96,7	100,4	93,4				82,0	85,7
0,6	100,2	88,7	89,2	84,0	101,0	101,3	84,4	92,8	98,2	96,6	99,7	93,4				81,4	85,1
0,8	100,2	88,7	89,2	83,8	101,0	101,2	84,5	93,3	97,9	96,7	99,3	93,5				80,5	84,8
1	100,2	88,7	89,1	83,5	101,0	101,2	84,3	93,3	97,9	96,2	99,0	93,6				80,6	84,1
1,2	99,8	88,6	89,0	83,0	101,0	101,4	84,3	96,1	97,6	96,1	98,8	93,7				80,6	87,4
1,4	98,9	88,5	89,0	82,9	101,0	102,5	85,1	96,8	98,3	95,9	98,4	93,7				80,5	88,7
1,6	102,1	88,0	89,0	86,4	100,4	103,0	97,8	99,8	98,5	96,1	97,3	93,8				80,5	
1,8	114,3	88,1	89,0	88,0	101,1	106,4	99,4	101,7	102,1	101,7	96,9	93,9				80,5	
2	116,1	75,8	88,9	102,2	101,5	116,3	104,1	104,1	106,3	442,0	97,4	94,0				80,5	
2,2		65,9	130,0	106,4	100,3	151,6	109,7	110,3				94,3				101,4	
2,4		170,0	220,0	107,2	100,2	279,0	130,0	210,0				94,7					
2,6			468,0					257,0									
2,8																	
3																	

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 7, se evidencia los valores más altos de conductividad en los meses de enero, mayo, junio, septiembre y noviembre del 2012 y sus valores más bajos en abril del 2013.

Comparando abril 2012 y abril 2013, se hace evidente el descenso de valores con la particularidad de que en los dos meses se mantiene el mismo comportamiento, en Mayo del 2012/2013 existe un gran descenso en los datos obtenidos. A una profundidad de 1,6 se observan cambios drásticos.

Tabla 8: Medición mensual de Oxígeno Disuelto, punto 2

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE OXÍGENO DISUELTO PUNTO 2 (mg/l)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	16,05	9,84	8,23	16,38	8,60	12,26	12,40	11,61	14,33	10,19	13,92	8,52	16,72			14,66	11,95
0,2	16,22	9,91	8,31	16,83	8,44	12,25	12,20	11,35	13,15	10,30	14,06	8,46	16,90			14,76	12,60
0,4	15,42	10,19	8,35	16,32	8,42	12,03	9,80	11,25	12,08	10,21	14,23	8,40	17,08			14,79	12,80
0,6	14,63	8,55	8,26	15,90	8,19	10,74	9,30	11,04	11,82	10,20	14,11	8,35	16,60			14,40	11,73
0,8	13,11	7,86	8,03	15,41	8,06	10,18	6,50	10,83	11,08	10,20	14,03	8,12	16,40			13,35	10,67
1	12,64	7,27	7,85	14,43	8,12	9,02	6,40	10,79	9,83	10,12	13,81	8,05	15,85			13,28	9,97
1,2	8,60	6,63	7,62	13,29	7,80	7,25	6,10	10,35	4,25	9,99	13,66	7,83	14,21			13,06	8,38
1,4	3,50	6,31	7,61	8,00	7,33	3,39	0,30	10,11	3,16	9,04	13,41	7,68	7,22			12,33	7,55
1,6	0,32	5,90	7,43	0,77	7,24	1,87	0,20	9,76	0,64	8,10	12,41	7,66	2,11			11,64	
1,8	0,20	5,36	7,22	0,25	5,18	0,15	0,10	8,36	0,17	2,40	10,90	7,58	1,01			11,20	
2	0,23	0,29	7,24	0,20	4,98	0,06	0,10	5,48	0,13		8,16	7,49	0,51			10,44	
2,2	0,13	0,14	0,24	0,19	4,17	0,03		5,33	0,10			5,95	0,38			8,58	
2,4	0,12	0,10	0,16	0,13	0,10	0,03		2,69	0,09			4,28	0,30			4,46	
2,6	0,14		0,05					0,45								3,51	
2,8																3,74	
3																3,70	

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 8, se muestra que los valores más altos están en enero, abril, junio, julio, agosto, septiembre del 2012 y enero y abril del 2013. En contraste el valor más bajo esta en marzo del 2012.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Para enero del 2012/2013 se observa el mismo comportamiento, abril del 2012/2013 se tiene un igual comportamiento, pero en la comparación de mayo del 2012/2013 se observa un pequeño incremento de valores con la particularidad de que su comportamiento sigue siendo el mismo. Desde 1.4 y 1.6 m de profundidad los cambios en los datos son más notables.

Tabla 9: Medición mensual de Temperatura, punto 2

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE TEMPERATURA PUNTO 2 (C°)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	30,5	27,2	27,3	28,4	27,0	28,9	27,7	29,0	29,3	29,6	26,9	24,8	30,4			29,4	28,2
0,2	30,4	27,2	27,6	28,5	27,1	28,9	27,7	28,9	28,8	29,5	26,9	24,7	30,3			29,3	28,1
0,4	30,3	27,0	27,6	28,3	27,0	28,9	27,5	28,9	28,7	29,5	26,8	24,7	30,2			29,2	28,0
0,6	30,3	26,9	27,6	28,3	27,0	28,8	27,2	28,5	28,6	29,4	26,5	24,6	30,0			29,1	28,2
0,8	30,2	26,8	27,7	28,3	26,9	28,6	27,1	28,4	28,6	29,3	26,5	24,5	30,0			29,0	27,9
1	30,1	26,8	27,7	28,2	26,9	28,3	27,0	28,2	28,5	29,3	26,6	24,6	29,9			29,0	28,2
1,2	30,0	26,8	27,7	28,1	26,9	28,1	27,0	28,1	28,4	29,2	26,3	24,6	29,2			28,6	28,1
1,4	29,1	26,7	27,7	27,6	26,6	27,9	26,8	27,9	28,3	29,0	26,4	24,2	28,5			28,3	27,8
1,6	28,8	26,7	27,7	27,4	26,6	27,8	26,1	27,8	28,2	29,0	26,3	24,2	28,0			28,2	
1,8	28,3	26,7	27,7	27,0	26,5	27,6	25,9	27,8	28,1	28,8	26,1	24,1	27,8			28,1	
2	28,0	26,1	27,6	26,7	26,4	27,5	25,7	27,8	28,0	28,7	26,1	23,8	27,6			28,0	
2,2	28,1	25,5	27,3	26,5	26,4	27,4	25,3	27,7	28,0			23,7	27,5			27,9	
2,4	28,3	25,6	27,4	26,5	26,5	27,4	25,3	27,5	28,0			23,5	27,4			27,3	
2,6	28,0		27,3					27,4								27,5	
2,8																27,4	
3																27,4	

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Para el caso de la temperatura en el punto 2, los valores más altos en enero 2012,2013 y los más bajos en diciembre del 2012. Comparando Enero 2012/2013 no se registra grandes cambios y mantiene sus valores, Abril 2012/2013 se observa un aumento de 1°C pero se tiene un comportamiento parecido y Mayo 2012/2013 hay un aumento de 1°C con el mismo comportamiento.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.1.3 Análisis de datos Punto 3: Caño de la Laguna

Tabla 10: Medición mensual de pH, punto 3

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE POTENCIAL HIDRÓGENO PUNTO 3 (pH)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	8,4	9,1	9,1	9,3	7,6	8,9	8,5	8,7	9,4	9,3	9,1	8,7	9,3			8,8	9,0
0,2	9,1	9,2	9,1	9,3	7,6	8,7	8,6	8,6	9,4	9,3	9,1	8,7	9,2			9,1	9,4
0,4	9,1	9,2	9,2	8,3	7,6	9,2	8,4	8,7	9,3	9,3	9,2	8,7	9,1			9,1	9,4
0,6	9,0	8,3	9,2	7,9	7,6	9,0	8,4	8,2	9,1	9,2	9,1	8,7	9,0			9,6	9,5
0,8	8,9	8,4	8,8	8,7	7,5	9,0	8,1	8,0	9,1	9,1	8,6	8,7	8,8			9,3	9,4
1	8,9	7,9	8,4	8,7	7,5	9,0	8,0	8,3	8,4	8,2	8,4	8,7	8,7			9,1	9,5
1,2	8,4	7,8	7,7	7,7	7,5	8,9	7,9	7,6	8,2	8,7	8,2	8,8	8,6			8,8	9,3
1,4	8,5	7,4	7,7	7,4	7,5	8,1	7,8	7,7	8,0	8,5		8,7	8,5			8,7	9,0
1,6	7,9	7,2	7,5	7,3	7,5	7,9	7,6	7,3	7,9	8,2		8,5	7,9			8,6	
1,8	7,0		7,3	7,2	7,6	7,6	7,3	7,1	7,7	7,9		7,7	7,4			8,5	
2			7,1	7,0	7,6	7,3	7,1		7,0	7,5						7,8	
2,2			7,0	7,0	7,0											7,3	
2,4			7,1		6,9											7,3	
2,6					6,9												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

La tabla 10, muestra que los valores más altos se dan en los meses de febrero, marzo y septiembre del 2012 y los más bajos en mayo del 2012 donde se observa que tiene una tendencia a la neutralidad y el resto meses restantes tienen un pH básico.

Comparando enero 2012/2013 no se registran grandes cambios, abril 2012/2013 no se observan cambios en la superficie pero mientras más baja es la profundidad se ve un incremento de valores y en mayo 2012/2013 sube un poco más de uno pero sigue teniendo el mismo comportamiento.

Tabla 11: Medición mensual de Conductividad, punto 3

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE CONDUCTIVIDAD PUNTO 3 (µS/cm)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	95,9	86,6	90,7	92,4	102,7	99,8	90,5	96,1	100,0	96,7	98,2	95,8				82,6	86,7
0,2	97,5	86,4	90,7	92,3	102,2	99,4	90,3	95,6	99,8	96,5	97,4	95,6				82,0	86,3
0,4	97,8	86,7	90,8	92,1	102,3	99,6	90,5	95,9	99,3	96,6	97,1	95,7				81,6	86,4
0,6	97,9	85,4	90,7	90,9	102,3	99,5	90,6	94,7	99,3	96,6	95,7	95,8				81,3	85,5
0,8	98,2	85,7	89,9	92,6	102,1	99,4	91,0	96,0	99,6	96,5	95,0	95,8				80,7	85,2
1	99,0	85,8	89,7	93,0	102,1	99,4	91,3	96,7	101,7	96,6	95,6	95,8				79,0	84,9
1,2	99,6	82,9	92,3	86,5	102,0	98,7	91,2	93,1	101,6	98,4	95,6	95,6				77,6	85,5
1,4	99,5	80,0	92,6	98,6	101,9	96,4	90,0	102,9	102,7	100,9		95,7				77,1	85,9
1,6	99,5	90,0	97,4	94,9	101,7	90,4	88,2	104,8	103,4	105,2		95,1				76,3	87,3
1,8	99,5		96,3	91,0	101,4	89,0	87,1	278,0	103,0	107,7		94,9				76,5	89,0
2			451,0	91,3	101,3	115,0	170,0			379,0							75,6
2,2			136,0	681,0	101,1												74,6
2,4			151,0		373,0												74,9
2,6					300,0												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En referencia a la conductividad para el punto 3, los valores más altos se presentan en enero, mayo, junio, septiembre y noviembre del 2012 y el más bajo en abril del 2013.

Comparando abril y mayo del 2012/2013 se observa un gran descenso en todos sus valores.

Tabla 12: Medición mensual de Oxígeno Disuelto, punto 3

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE OXÍGENO DISUELTOS PUNTO 3 (mg/L)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	9,01	10,69	11,50	10,95	9,90	10,71	10,80	8,56	10,58	7,10	12,22	7,46	11,41			14,44	12,05
0,2	12,26	10,49	11,19	10,84	3,43	9,38	10,10	8,56	10,57	7,10	12,74	7,41	11,12			14,56	12,03
0,4	12,06	8,89	10,20	10,83	3,61	7,41	9,20	8,69	9,65	7,00	13,40	7,36	10,42			13,60	12,22
0,6	9,75	6,01	9,47	9,18	3,13	5,24	8,50	9,30	8,59	6,60	12,15	7,34	9,79			14,70	12,08
0,8	9,30	6,14	9,76	8,25	2,63	3,50	7,80	7,85	7,83	5,10	8,18	7,34	8,92			13,50	9,76
1	9,05	6,06	9,79	9,19	3,27	3,80	7,00	4,33	5,00	6,40	4,80	7,16	8,30			9,51	7,88
1,2	6,89	2,54	5,94	1,42	2,28	3,02	6,50	4,55	4,75	6,10	2,77	6,85	7,69			8,27	7,63
1,4	6,66	5,40	4,36	3,22	2,71	2,00	6,00	4,00	3,08	5,90		6,62	7,13			4,97	7,07
1,6	6,13	2,31	3,41	1,61	3,09	1,54	3,70	3,78	1,19	2,90		4,04	6,66			3,84	
1,8	0,12		0,10	0,14	3,28	1,29	0,20	0,45	0,33	1,00		2,39	5,53			3,77	
2			0,07	0,07	8,52	0,33	0,10		0,19			0,68				3,70	
2,2			0,16	0,02	0,08											2,22	
2,4			0,08													1,99	
2,6					0,00												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 12, se aprecia que los valores más bajos en Mayo del 2012 y los más altos en el mes de Abril del 2013. Desde una profundidad de 1,2 y 1,4 m los cambios en los datos son más notables.

Si se realiza una comparación de enero 2012 y enero 2013 se tiene el mismo comportamiento, para el mes de abril del 2012/2013 se tiene un ligero incremento pero un comportamiento parecido y mayo 2012/2013 un drástico incremento de valores.

Tabla 13: Medición mensual de Temperatura, punto 3

Profundidad (m)	MEDICIÓN MENSUAL DE TEMPERATURA PUNTO 3 (C°)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	29,7	27,5	27,8	28,8	24,7	28,5	26,3	28,9	30,6	28,7	27,1	25,2	28,3			28,9	28
0,2	29,4	27,3	27,9	28,7	24,5	28	26,4	28,9	29,5	28,7	27,1	25	28			29	27,7
0,4	29,3	27,2	27,9	28,6	24,3	27,7	26,3	28,9	29,2	28,7	26,8	25,1	27,8			28,9	27,5
0,6	29,3	26,5	27,9	28,5	24,1	27,3	26,3	28,8	29,1	28,7	26,7	25,1	27,7			28,8	27,4
0,8	29,2	26,5	27,8	28,4	24,1	27,3	26,3	28,5	29	28,5	26,5	24,8	27,7			28,4	27,2
1	28,8	26,3	27,8	28,3	24,1	27,2	26,3	28,5	28,8	28,5	26,4	24,7	27,7			28	27,1
1,2	28,4	26,3	27,7	27,9	24	27	26,2	28,4	28,6	28,5	26,4	24,8	27,6			27,8	27,1
1,4	28,4	26,3	27,7	27,6	23,9	26,8	26,2	28,4	28,2	28,4		24,7	27,5			27,5	27
1,6	28,4	26,3	27,3	27,2	23,8	26,6	26,1	26,1	27,9	28,3		24,5	27,5			27,1	
1,8	28,4		27,2	27	23,8	26,3	25,9	26	27,8	28,2		24,5	27,4			26,9	
2	28,4		27,1	26,7	23,8	26,4	25,6		27,8	28,2						26,7	
2,2			27	26,7	23,9											26,5	
2,4			27		23,9											26,4	
2,6					23,9												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En la tabla 13 se aprecia que los valores más altos pertenecen a los meses de enero, agosto, septiembre y octubre del 2012, mientras que los más bajos en mayo y diciembre del 2012.

Comparando Enero 2012/2013 desciende 1°C y un comportamiento parecido, Abril del 2012/2013 se tienen valores muy similares y conserva el comportamiento, Mayo del 2012/2013 se observa un incremento de 2 a 3 °C.

## 3.2.2 Mediciones “in Situ” Vertientes y Ríos.

Los resultados obtenidos se presentan en tablas donde se indicará el parámetro con las respectivas unidades, mes y año en que se tomaron los datos.

### 3.2.2.1 Análisis de datos Río Pishira

Tabla 14: Medición mensual de parámetros in situ, Río Pishira

MEDICIONES MENSUALES PISHIRA																		
Parámetros	Unidades	AÑO 2012												AÑO 2013				
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Temperatura	°C	24,60	24,70	24,60	24,90	24,80	24,40	24,00	24,20	25,40	24,08	25,00	24,5	24,70			24,7	24,00
pH	-	7,86	7,11	7,59	7,77	7,50	7,89	8,37	8,05	8,20	8,09	7,78	7,94	8,22			7,1	7,66
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,33	5,99	7,18	18,50	7,30	8,00	7,03	6,40	6,79	6,20	6,10	6,83	6,81			5,70	6,44
Conductividad	µS/cm	138,10	79,70	132,80	110,80	129,00	125,67	125,90	114,90	127,20	133,40	99,10	122,10				79,70	105,60

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Temperatura: Se mantiene en un rango de 24°C a 25°C, siendo los meses de julio del 2012 y mayo del 2013 los más bajos; el valor más alto se observa en septiembre del 2012 con 24,5°C. Comparando enero 2012/2013 se observa un mínimo aumento de 0,1°C, Abril 2012/2013 un pequeño descenso de 0,2°C y mayo 2012/2013 un descenso de 0,8 °C.

pH: Los valores varían entre 7 y 8,37, teniendo un comportamiento prácticamente neutro y acercándose a uno básico. Se registra el mes de abril del 2013 con el valor más bajo con 7,1 y en julio del 2012 el valor más alto con 8,37.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Comparando Enero 2012/2013 se observa un pequeño incremento en sus valores y teniendo un pH con un comportamiento básico, Abril 2012/2013 registra un descenso quedando el valor neutro y Mayo un pequeño incremento de valores.

Oxígeno Disuelto: Varía entre 5 y 8 mg/l, teniendo en el mes de abril del 2012 valor más alto con 18,5 mg/l y el menor valor en abril del 2013 con 5,7 mg/l. Comparando Enero 2012/2013 se registra un descenso de valores, Abril 2012/2013 se observa un gran descenso de alrededor de 12 mg/l y Mayo 2012/2013 de igual manera un pequeño descenso.

Conductividad: Los valores más bajos se registran en febrero del 2012 y abril de 2013 ambos con 79,7 uS/cm, mientras que su valor más alto se obtuvo en enero del 2012 con 138,10 uS/cm.

Comparando Abril 2012/2013 se ve un gran descenso de valores al igual que en Mayo 2012/2013 que también registra un descenso.

### 3.2.2.2 Análisis de datos Río Playayacu

Tabla 15: Medición mensual de parámetros in situ, Río Playayacu

		MEDICIONES MENSUALES PLAYAYACU																	
Parámetros	Unidades	AÑO 2012												AÑO 2013					
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	
Temperatura	°C	24,20	24,70	24,40	24,40	24,00	24,70	24,30	24,60	25,60	25,00	24,8	24,3	24,50				25,60	25,60
pH	-	7,62	7,30	7,49	7,60	7,70	7,65	7,90	7,56	8,02	8,8	7,97	8,02	8,39				7,2	7,50
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,89	7,21	7,61	7,46	6,00	6,98	7,48	6,75	7,25	6,7	7,38	7,45	7,45				7,06	6,06
Conductividad	µS/cm	135,20	90,10	133,14	113,30	113,50	117,00	120,30	122,10	136,00	129,60	129,30	133,50				114,40	102,40	

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Temperatura: Se mantiene en un rango de 24°C a 25,6°C. La temperatura más baja se registra en mayo del 2012 con 24°C, mientras que las temperaturas más altas se registran en los meses de septiembre del 2012, abril y mayo del 2013 con 25,6°C.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un ligero incremento de temperatura de 0,3°C, Abril y Mayo 2012/2013 se observa un incremento de más de 1°C.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

pH: Entre 7 y 9, tiene un pH neutro ligeramente básico. Se registra el valor más bajo en abril del 2013 con 7,2 y el más alto en octubre del 2012 con 8,8.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un incremento de menos de 1, Abril 2012/2013 un pequeño descenso y en Mayo 2012/2013 un mínimo descenso, pero se mantiene el mismo comportamiento.

Oxígeno Disuelto: Se registra el valor más bajo en mayo del 2012 con 6 mg/l y el más alto en enero del 2012 con 7,89 mg/l.

Comparando Enero 2012/2013 existe un pequeño descenso al igual que en Abril 2012/2013, mientras que en Mayo 2012/2013 existe un mínimo incremento.

Conductividad: Se obtuvo el valor más bajo en febrero del 2012 con 90,10 uS/cm y el más alto en septiembre del 2012 con 136 uS/cm.

Comparando Abril 2012/2013 se observa un incremento de 1 uS/cm y en Mayo 2012/2013 un incremento de 5 uS/cm.

### 3.2.2.3 Análisis de datos Vertiente Uisek

Tabla 16: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Uisek

		MEDICIONES MENSUALES UISEK																
Parámetros	Unidades	AÑO 2012												AÑO 2013				
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Temperatura	°C	26,10	25,70	25,30	25,70	25,60	26,90	25,80	25,20	24,90	25,00	26,2	25,4	25,90			25,20	26,10
pH	-	6,97	7,08	7,02	7,46	7,45	7,21	7,63	7,09	7,45	8,3	7,30	7,38	7,33			8,10	7,43
Oxígeno Disuelto	mg/l	5,39	7,67	5,50	7,70	7,69	6,85	6,45	7,45	7,83	5,7	5,32	6,09	6,20			6,8	5,67
Conductividad	µS/cm	197,10	176,80	212,40	185,30	181,30	202,20	186,70	199,80	200,30	204,5	207,5	204,7				208,70	197,50

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Temperatura: Se encuentra en un rango entre 25°C y 27°C. La temperatura más baja se registra en el mes de octubre del 2012 con 25°C y la más alta en junio del 2012 con un valor de 26,9°C.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Comparando Enero 2012/2013 se observa un ligero descenso de temperatura al igual que en Abril 2012/2013 en el que también se observa el mismo comportamiento, mientras que en Mayo 2012/2013 existe un ligero aumento de temperatura.

pH: Valores más bajos en enero del 2012 teniendo un valor de 6,97 y el más alto en octubre del 2012 con 8,3.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un incremento en sus valores, de igual manera en Abril 2012/2013 y en Mayo 2012/2013 un mínimo descenso.

Oxígeno Disuelto: Valor más bajo en noviembre del 2012 con 5,32 mg/l y el más alto en mayo del 2012 con 7,89 mg/l.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un incremento de casi 1 mg/l, Abril 2012/2013 un descenso de casi 1 mg/l y Mayo 2012/2013 un descenso de más de 2 mg/l.

Conductividad: Valor más bajo en febrero del 2012 con 176,8 uS/cm y el más alto en marzo del 2012 con 212,4 uS/cm.

Comparando Abril 2012/2013 se observa un gran incremento y en Mayo 2012/2013 un pequeño incremento en sus valores.

### 3.2.2.4 Análisis de datos Vertiente Militares

Tabla 17: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Militares

MEDICIONES MENSUALES MILITARES																		
Parámetros	Unidades	AÑO 2012												AÑO 2013				
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Temperatura	°C	27,00	26,00	25,90	25,80	24,80	26,60	25,70	25,20	25,10	24,7	27,2	25,80	27,20			26,10	26,40
pH	-	7,91	7,76	7,33	7,55	7,43	7,45	7,40	7,05	7,34	8,3	7,74	7,38	7,52			7,60	7,67
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,46	7,95	6,93	7,88	7,67	7,93	7,44	7,71	8,01	8,1	7,82	6,98	7,21			7,20	6,88
Conductividad	µS/cm	197,80	149,70	202,10	172,60	173,40	222,00	206,70	189,90	176,70	224,00	230,00	208,50				216,00	215,30

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Temperatura: Se mantiene en un rango entre 24°C y 27°C. Se registra el valor más bajo en octubre del 2012 con 24,7°C y el más alto en noviembre del 2012 y enero del 2013 con 27,2°C.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Comparando Enero 2012/2013 se observó un aumento mínimo de 0,2°C, Abril 2012/2013 un aumento de 0,3°C y Mayo 2012/2013 un aumento de casi 2°C.

pH: Valores neutros con tendencia a ser básicos. El valor más bajo se obtuvo en agosto del 2012 con 7,05 y el más alto en el mes de octubre del 2012 con 8,3.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un descenso en sus valores, Abril 2012/2013 un mínimo incremento y en Mayo 2012/2013 un incremento.

Oxígeno Disuelto: Valor más bajo en el mes de mayo del 2013 con 6,88 mg/l y el más alto en enero del 2012 con 8,46 mg/l.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un descenso de alrededor de 1 mg/l, Abril 2012/2013 un pequeño descenso de valores y Mayo 2012/2013 un descenso de más de 1 mg/l.

Conductividad: Valor más bajo en el mes de febrero del 2012 con 149,7 uS/cm y el más alto en noviembre del 2012 con 230 uS/cm.

Comparando Abril 2012/2013 existe un gran incremento en sus valores al igual que en Mayo 2012/2013 donde también se registra el mismo comportamiento.

### 3.2.2.5 Vertiente Sr. Grefa

Tabla 18: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Sr. Grefa

MEDICIONES MENSUALES SR. GREFA																		
Parámetros	Unidades	AÑO 2012												AÑO 2013				
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Temperatura	°C	27,40	26,20	26,40	26,40	26,30	27,80	25,30	25,90	26,70	25,5	26,9	26,4	27,30			25,40	26,80
pH	-	6,88	6,94	6,92	6,95	7,00	7,07	7,11	7,96	7,42	8,2	7,11	7,88	7,35			7,90	7,45
Oxígeno Disuelto	mg/l	4,73	4,97	5,10	5,61	5,70	5,29	7,95	8,22	8,03	6,00	5,22	4,72	4,33			5,90	5,57
Conductividad	µS/cm	186,20	157,40	198,00	168,20	165,90	192,70	196,90	198,30	174,70	200,5	208,60	201,9				189,50	184,40

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Temperatura: Se mantiene un rango entre 25°C y 28°C. Se registró el valor más bajo en el mes de julio del 2012 con 25,3°C y el más alto en junio del 2012 con 27,8°C.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Comparando Enero 2012/2013 existe un mínimo descenso de valores manteniendo el mismo comportamiento, Abril 2012/2013 un descenso de 1 °C y Mayo 2012/2013 un incremento de 0,5 °C.

pH: Valor más bajo en el mes de enero del 2012 con 6,88 y el más alto en octubre del 2012 con 8,2. Todos los meses tienden a la neutralidad y ligeramente básico.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un incremento en sus valores, Abril 2012/2013 un incremento de casi 1 y Mayo 2012/2013 un incremento de 0,5.

Oxígeno Disuelto: Valor más bajo en el mes de enero del 2012 con 4,73 mg/l y el más alto en agosto del 2012 con 8,22 mg/l.

Comparando Enero 2012/2013 un mínimo descenso de valores, Abril 2012/2013 un pequeño incremento y en Mayo 2012/2013 un descenso pero se comporta de la misma manera.

Conductividad: Valor más bajo en febrero del 2012 con 157,4 uS/cm y el más alto en diciembre del 2012 con 201,9 uS/cm.

Comparando Abril 2012/2013 se observa un incremento en sus valores al igual que en Mayo 2012/2013.

### 3.2.2.6 Vertiente Instituto

Tabla 19: Medición mensual de parámetros in situ, Vertiente Instituto

		MEDICIONES MENSUALES INSTITUTO																
Parámetros	Unidades	AÑO 2012												AÑO 2013				
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Temperatura	°C	27,60	25,70	25,30	25,30	24,90	25,70	25,30	24,80	26,30	24,7	25,7	24,5	27,10			25,20	25,50
pH	-	7,18	6,86	7,15	7,12	7,00	7,66	7,81	7,38	7,10	8,6	7,37	7,50	7,47			7,20	7,68
Oxígeno Disuelto	mg/l	6,56	6,19	6,21	6,31	6,14	8,05	6,45	7,32	6,96	6,3	5,50	8,40	6,07			6,10	6,52
Conductividad	µS/cm	166,80	150,00	160,50	157,00	148,00	182,70	170,70	165,40	159,00	156,9	155,5	160,4				161,40	153,90

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Temperatura: Se mantiene un rango entre 24°C y 28°C. Su valor más bajo en el mes de diciembre del 2012 con 24,5°C y el más alto en enero del 2012 con 27,6°C.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Comparando Enero 2012/2013 se observa un descenso de 0,5°C, Abril 2012/2013 un descenso mínimo de 0,1°C donde prácticamente se mantiene el mismo comportamiento y Mayo 2012/2013 un incremento de valores de 0,6°C.

pH: Valor más bajo en el mes de febrero del 2012 con 6,96 y el más alto en octubre del 2012 con 8,6.

Comparando Enero 2012/2013 existe un incremento de valores al igual que en Abril 2012/2013 y Mayo 2012/2013.

Oxígeno Disuelto: Valor más bajo en enero del 2013 con 6,07 mg/l y el más alto en junio del 2012 con 8,05 mg/l.

Comparando Enero 2012/2013 se registra un descenso de valores en 0,5 mg/l, Abril 2012/2013 un descenso de valores en 0,2 mg/l y Mayo 2012/2013 un incremento de 0,2 mg/l.

Conductividad: Valor más bajo en el mes de mayo del 2012 con 148 uS/cm y el más alto en agosto del 2012 con 185,4 uS/cm.

Comparando Abril 2012/2013 se observa un incremento en sus valores al igual que en Mayo 2012/2013.

## 3.2.3 Datos y cálculos de laboratorio

Como se mencionó en el numeral 2.7 se utilizaron métodos específicos para la determinación de concentraciones de Nitratos, Fósforo Total y Clorofila

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas detallando los puntos de muestreo, el mes y el año de medición.

### 3.2.3.1 Nitratos

En función de las conveniencias del presente proyecto únicamente se realizaron muestreos en 6 puntos, esto fue, tres puntos de la laguna; los dos ríos y únicamente la vertiente denominada Instituto, como se muestra en la siguiente tabla.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

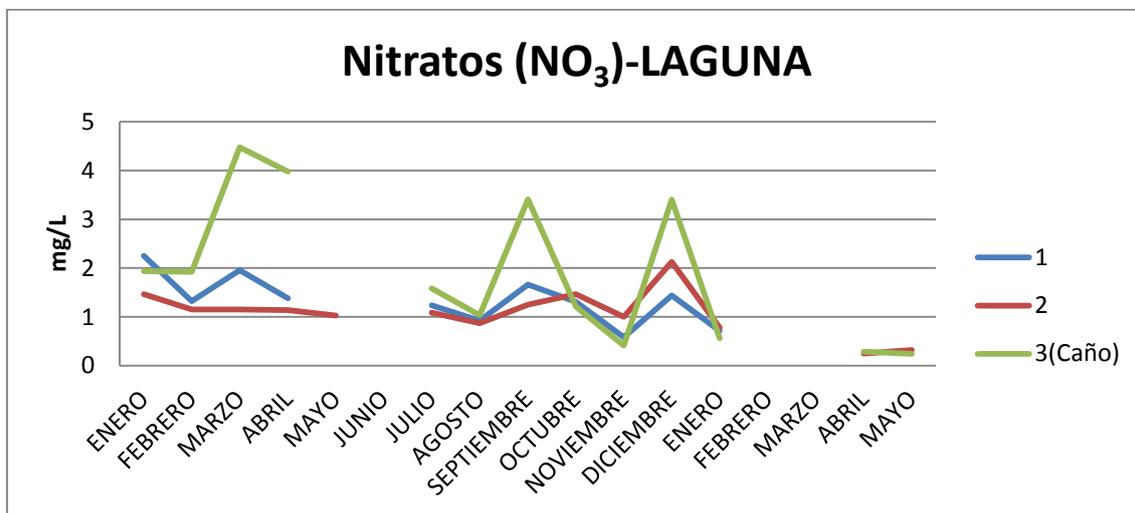
Tabla 20: Medición mensual de nitratos en todos los puntos de muestreo

MEDICIÓN MENSUAL DE NITRATOS (mg/L)																				
UBICACIÓN	PUNTOS	AÑO 2012												AÑO 2013						
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	PROMEDIO	
LAGUNA	1	2,25	1,32	1,96	1,38			1,24	0,93	1,66	1,31	0,58	1,44	0,72					1,34	
	2	1,47	1,16	1,16	1,14	1,03		1,09	0,87	1,25	1,47	1,00	2,13	0,78				0,25	0,32	1,08
	3(Caño)	1,94	1,32	4,47	3,98			1,58	1,03	3,41	1,21	0,42	3,40	0,56				0,29	0,24	1,68
RIOS	Playayacu	2,90	5,14	2,87	2,82	1,01		1,51	2,12	3,07	2,26	2,58	6,27	0,65				0,72	0,80	2,48
	Pishira	2,61	11,03	3,08	2,46	1,82	1,51	2,36	3,06	3,02	4,07	1,75	5,18	0,80				0,51	0,39	2,91
VERTIENTES	Instituto	8,37	8,50	6,11	8,68	4,51	3,40	5,30	6,01	8,52	4,80	5,35	10,20	1,64				1,56	1,11	5,59
	RIO NAPO																	0,352	0,457	0,4045

	No se pudo realizar el muestreo, no se obtuvo el permiso para investigación por parte del MAE
	Se cambió el punto de muestreo
	No se tiene datos

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Gráfico 1: Tendencia del parámetro Nitratos en los puntos de muestreo de la laguna



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

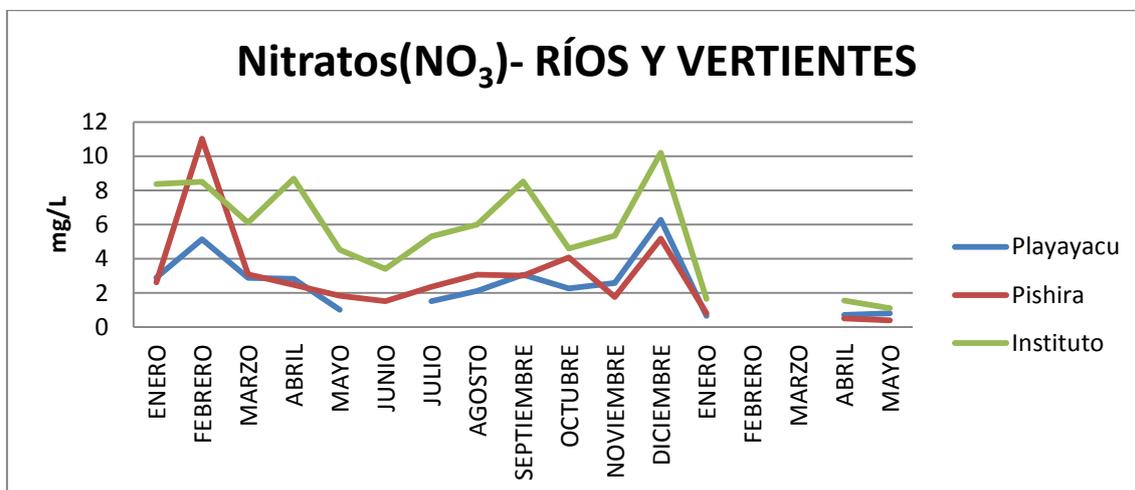
El gráfico de tendencia se muestra que en el punto 1 de la Laguna su valor más alto se registra en enero del 2012 y el más bajo en Noviembre del 2012. Comparando Enero 2012/2013 se tiene un gran descenso de valores de más de 1 mg/L.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el punto 2 de la Laguna el valor más alto es en el mes de Diciembre del 2012 y el más bajo en Abril del 2013. Comparando Enero 2012/2013 un descenso de valores, Abril 2012/2013 y Mayo 2012/2013 un descenso de casi 1 mg/L.

En el punto 3 de la Laguna el valor más alto es en el mes de Marzo del 2012 y el más bajo en Mayo del 2013. Comparando Enero 2012/2013 se observa un descenso de más de 1 mg/L y Abril 2012/2013 un gran descenso de valores de más de 3 mg/L.

Gráfico 2: Tendencia del parámetro Nitratos en los puntos de muestreo de las ríos y vertientes



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

En el gráfico 2, El punto Río Playayacu se tiene su valor más alto en los meses de Febrero y Diciembre del 2012, el más bajo en Enero del 2013. Durante todos los siguientes meses se observa el mismo comportamiento. Comparando Enero 2012/2013 y Abril 2012/2013 se ve un descenso de valores de más de 2 mg/L, Mayo 2012/2013 se registra un mínimo descenso.

El punto Río Pishira se tiene su valor más alto en el mes de febrero y diciembre del 2012, el más bajo en Mayo del 2013. Se tiene un comportamiento entre 0,3 mg/L y 5 mg/L con excepción del mes de febrero donde se tiene un valor muy alejado al rango mencionado. Comparando Enero 2012/2013 y Abril 2013 se observa que en ambos existe un descenso de valores de casi 2 mg/L, mientras que en Mayo 2012/2013 se tiene de igual manera un descenso de valores pero menor, de más de 1 mg/L.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

El punto Vertiente Instituto se tiene su valor más alto en el mes de Diciembre del 2012 y el más bajo en Mayo del 2013. Se puede ver que en este punto de muestreo existe mayor concentración de nitratos. Comparando Enero 2012/2103 y Abril 2012/2013 se observa un descenso de valores de alrededor de 7 mg/L, para Mayo 2012/2013 sigue existiendo un descenso de valores pero en este caso es de prácticamente 3 mg/L.

## 3.2.3.2 Nitrógeno Total

Para un mayor entendimiento acerca del comportamiento hídrico, se realizó la conversión de las cifras obtenidas en laboratorio para Nitratos (NO<sub>3</sub>) a Nitrógeno total mediante la fórmula 2.8.1, descrita en el numeral 2.8.

Los resultados de dichos cálculos de conversión se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 21: Medición mensual de nitrógeno total en todos los puntos de muestreo

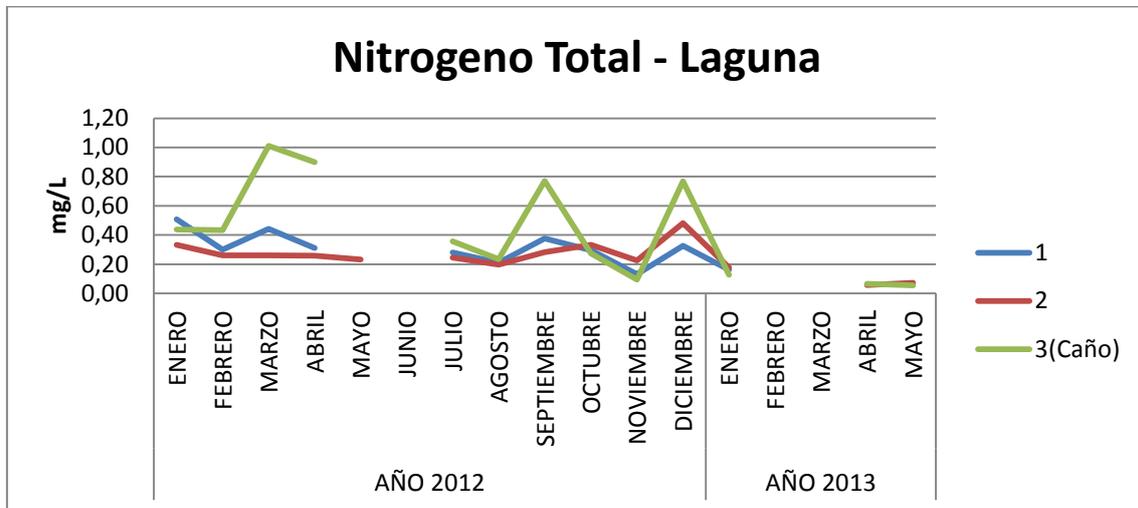
MEDICIÓN MENSUAL DE NITRÓGENO TOTAL (mg/L)																				
UBICACIÓN	PUNTOS	AÑO 2012												AÑO 2013						
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	PROMEDIO	
LAGUNA	1	0,51	0,30	0,44	0,31			0,28	0,21	0,38	0,30	0,13	0,33	0,16					0,30	
	2	0,33	0,26	0,26	0,26	0,23		0,25	0,20	0,28	0,33	0,23	0,48	0,18				0,06	0,07	0,24
	3(Cañal)	0,44	0,43	1,01	0,90			0,36	0,23	0,77	0,27	0,09	0,77	0,13				0,07	0,05	0,42
RIOS	Playayacu	0,66	1,16	0,65	0,64	0,23		0,34	0,48	0,69	0,51	0,58	1,42	0,15				0,16	0,18	0,56
	Fishira	0,59	2,49	0,70	0,56	0,41	0,34	0,53	0,69	0,68	0,92	0,40	1,17	0,18				0,12	0,09	0,66
VERTIENTES	Instituto	1,89	1,92	1,38	1,96	1,02	0,77	1,20	1,36	1,92	1,04	1,21	2,30	0,37				0,35	0,25	1,26
RIO NAPO																		0,08	0,10	0,09

	No se pudo realizar el muestreo, no se obtuvo el permiso para investigación por parte del MAE
	Se cambió el punto de muestreo
	No se tiene datos

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 3: Tendencia del parámetro Nitrógeno total en los puntos de muestreo de laguna



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

En este gráfico se hace evidente que el punto 1 tiene su valor más alto en el mes de Enero del 2012 y el más bajo en el mes de noviembre del 2012.

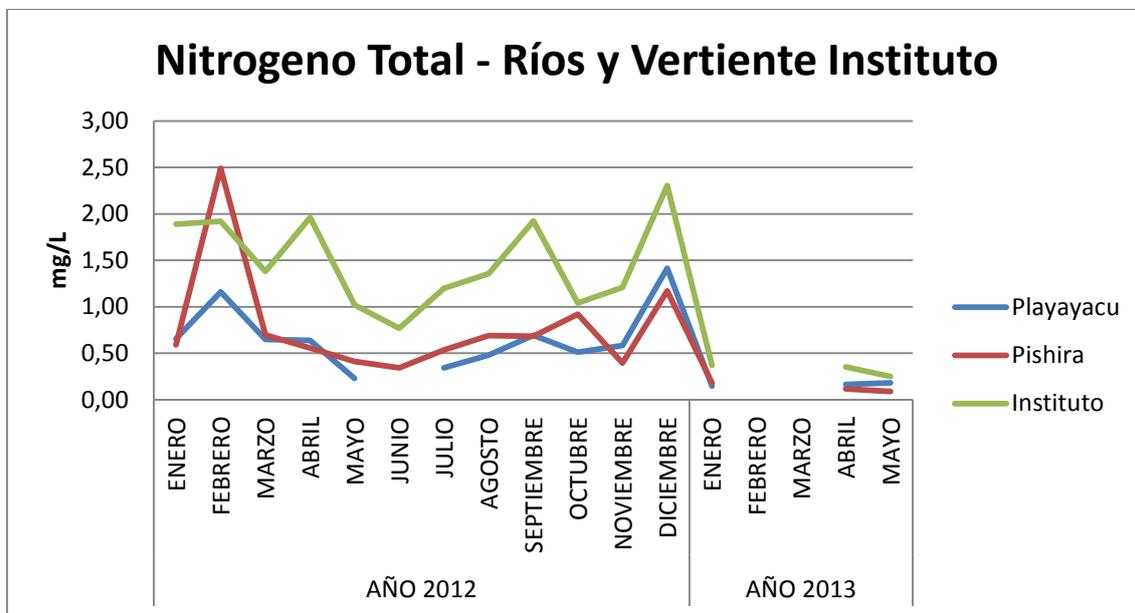
Además el punto 2 tiene su valor más alto en el mes de diciembre del 2012 y el más bajo en el mes de Abril del 2013.

El punto 3 tiene su valor más alto en el mes de marzo del 2012 y el más bajo en el mes de mayo del 2013.

Se puede observar que en el punto 3 de la laguna existen los valores más altos comparándolo con los otros dos puntos.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 4: Tendencia del parámetro Nitrógeno total en los puntos de muestreo de las ríos y vertiente Instituto



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

En el punto Río Playayacu el valor más alto se da en el mes de diciembre del 2012 el más bajo en el mes de enero del 2013.

En el punto Río Pishira el valor más alto se da en el mes de febrero del 2012 y el más bajo en el mes de mayo del 2013.

En el punto Vertiente Instituto el valor más alto se da en el mes de diciembre del 2012 y el más bajo en el mes de mayo del 2013.

Se puede observar que en el punto vertiente se encuentran los datos más altos haciendo una comparación entre estos tres, y puede ser debido a que este punto es usado para descarga de aguas que se usan para lavar la ropa y de varias actividades de los habitantes del pueblo.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.3.3 Fósforo Total

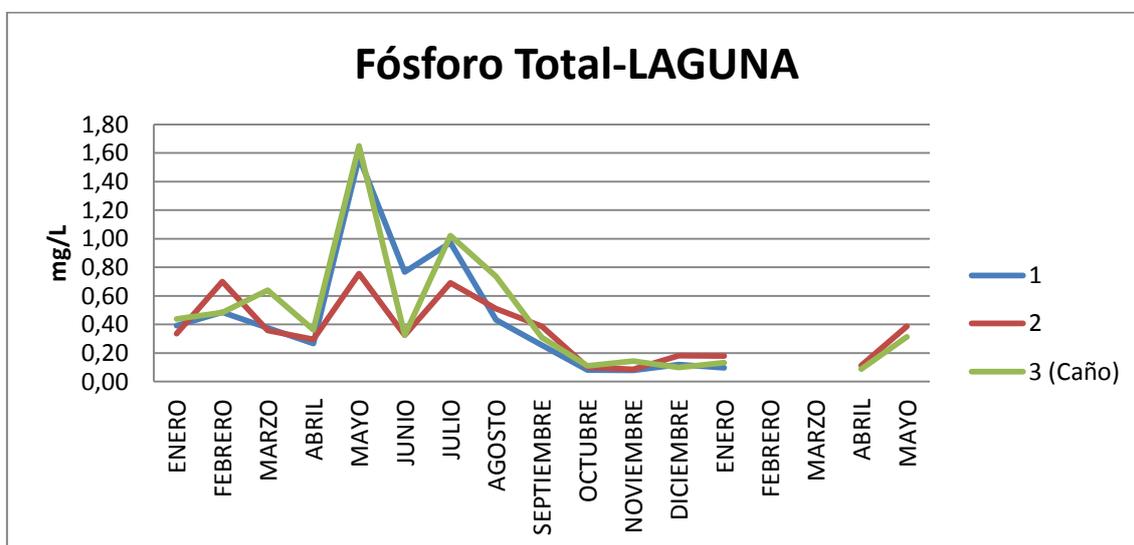
Tabla 22: Medición mensual de fósforo total en todos los puntos de muestreo

MEDICIÓN MENSUAL FOSFORO TOTAL (mg/L)																			
UBICACIÓN	PUNTOS	AÑO 2012												AÑO 2013					
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	PROMEDIO
LAGUNA	1	0,39	0,45	0,38	0,27	1,57	0,77	0,97	0,43	0,26	0,08	0,08	0,12	0,10					0,45
	2	0,34	0,70	0,36	0,30	0,76	0,32	0,69	0,51	0,39	0,10	0,09	0,16	0,16					0,36
	3(Caño)	0,44	0,48	0,64	0,36	1,65	0,33	1,02	0,74	0,31	0,11	0,14	0,10	0,13					0,46
RIOS	Playajacu							0,41	0,50	0,48	0,13	0,13	0,16	0,13					0,28
	Pishira							0,36	0,43	0,40	0,15	0,13	0,17	0,11					0,26
VERTIENTES	Instituto							0,21	0,28	0,22	0,89	0,11	0,12	0,11					0,27
RÍO NAPO																			0,10

	No se pudo realizar el muestreo, no se obtuvo el permiso para investigación por parte del MAE
	Se cambió el punto de muestreo
	No se tiene datos

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Gráfico 5: Tendencia del parámetro Nitratos en los puntos de muestreo de la laguna

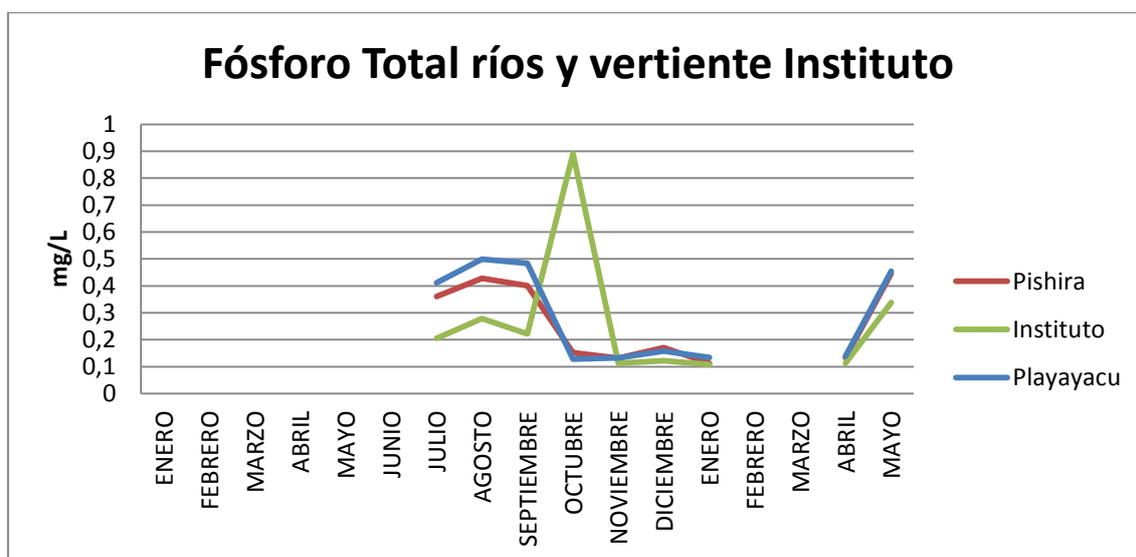


Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el gráfico 5, los puntos 1 y 3 presentan sus valores más altos durante los meses de mayo y julio, mientras que en el punto 2 se observa un comportamiento regular con 3 picos más altos en los meses de febrero, mayo, y julio, con un leve descenso en el mes de septiembre.

Gráfico 6: Tendencia del parámetro Fósforo total en los puntos de muestreo de las ríos y vertiente Instituto



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Los puntos Pishira y Playayacu, en color rojo y azul respectivamente, tienen un comportamiento muy parecido teniendo sus valores más altos en los meses de agosto y septiembre para luego tener un descenso en el mes de octubre y mantenerse regular hasta enero del 2013. En el punto de muestreo del instituto se tiene el valor más alto en el mes de octubre, mientras que en los otros meses se observa un comportamiento regular entre 0.1 y 0.3 mg/L.

### 3.2.3.4 Clorofila

A igual que le numeral 3.2.3.3 se ha realizado muestreos en 6 puntos, esto incluye, tres puntos de la laguna; los dos ríos y la vertiente denominada Militares, esto en función de los fines de la presente investigación, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

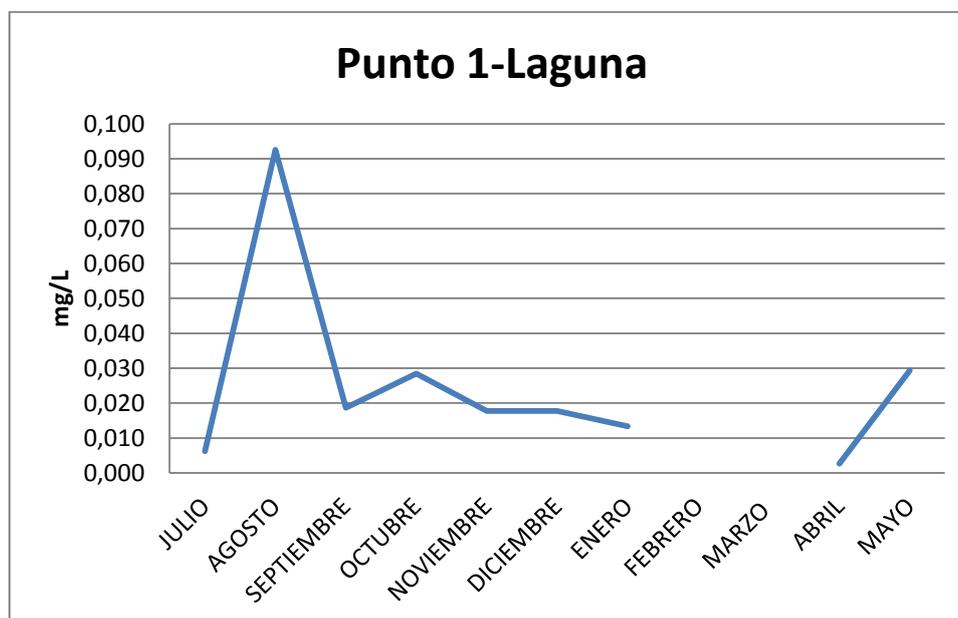
# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Tabla 23: Medición mensual de Clorofila $\alpha$

Clorofila $\alpha$ (mg/l)							
AÑO	MES	LAGUNA			RIOS		VERTIENTE
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Playayacu	Pishira	Militares
2012	JULIO	0,006	0,021	0,013			
	AGOSTO	0,093	0,050	0,018			
	SEPTIEMBRE	0,019	0,015	0,049			
	OCTUBRE	0,028	0,016	0,017	0,013	0,019	0,020
	NOVIEMBRE	0,018	0,017	0,012	0,018	0,014	0,020
	DICIEMBRE	0,018	0,011	0,015	0,069	0,019	0,025
2013	ENERO	0,013	0,042	0,017	0,028	0,032	0,012
	FEBRERO						
	MARZO						
	ABRIL	0,003	0,025	0,012	0,017	0,013	0,018
	MAYO	0,029	0,012	0,027	0,005	0,012	0,007

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

Gráfico 7: Tendencia del parámetro Clorofila  $\alpha$  en el punto 1 de la laguna

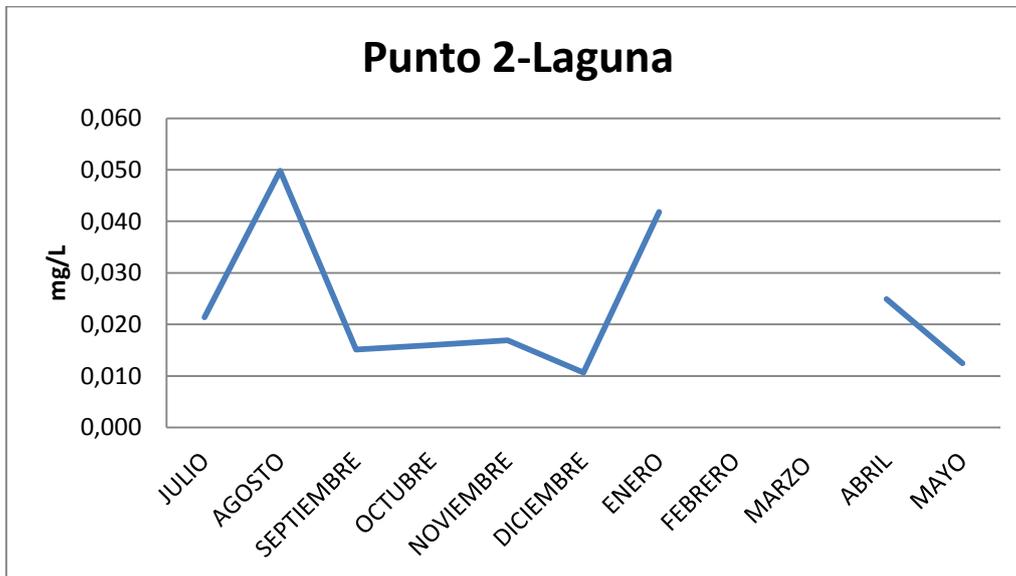


Elaborado por: Julio Carrera, 2013

En el gráfico 7, se observa un comportamiento regular entre 0.01 y 0.03 excepto en el mes de agosto del 2012 donde se ve un gran ascenso llegando a 0.0926 siendo este el valor más alto.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

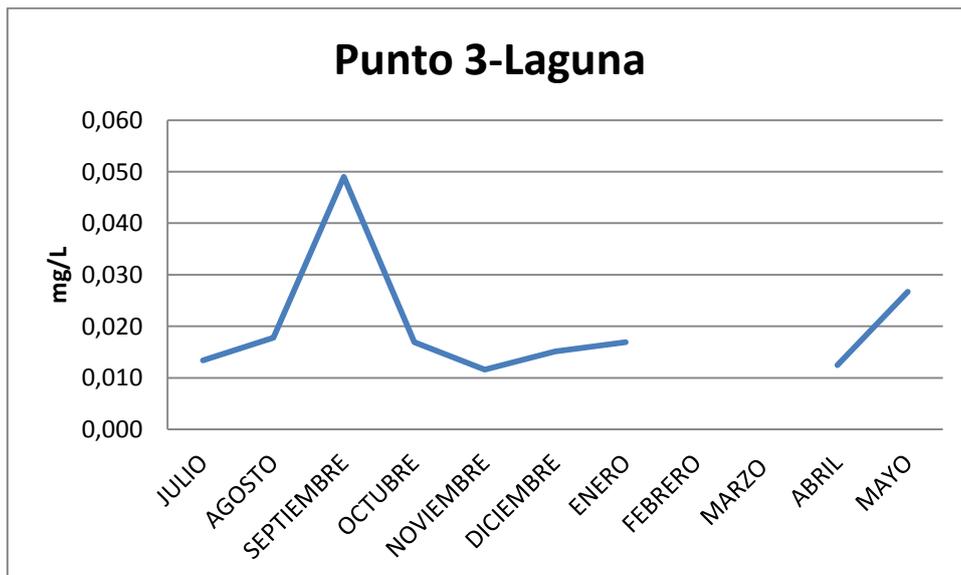
Gráfico 8: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$  en el punto 2 de la laguna



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

La línea de tendencia que se aprecia en el gráfico 8 muestra 3 picos altos en el mes de agosto, enero, y abril donde se presentan los mayores valores, de septiembre a diciembre se mantiene un comportamiento entre 0,01 y 0,02

Gráfico 9: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$  en el punto 3 de la laguna

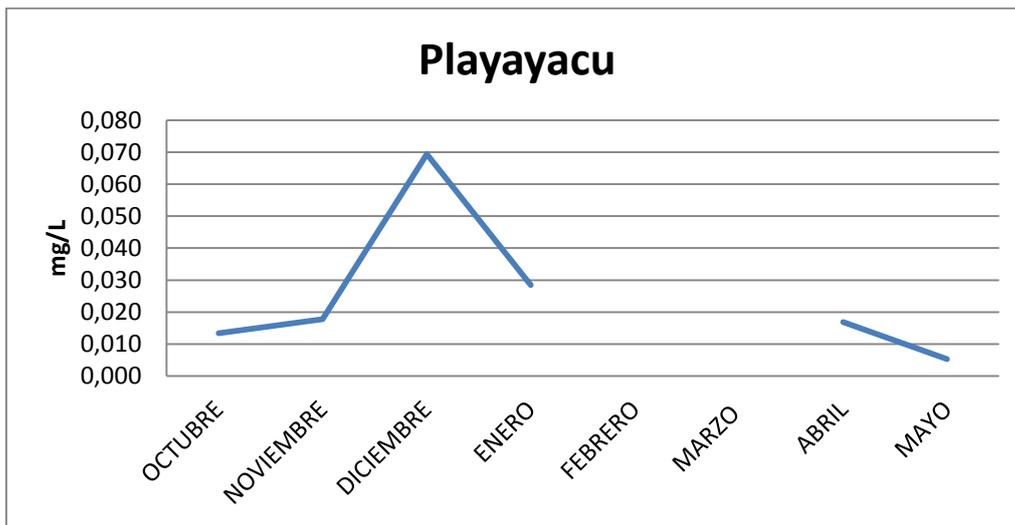


Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el gráfico 9, se evidencia que el mes de septiembre registra su valor más alto, mientras que en el período de octubre a enero se mantienen valores entre de 0,01 y 0,02; a partir del mes de abril su comportamiento es ascendente

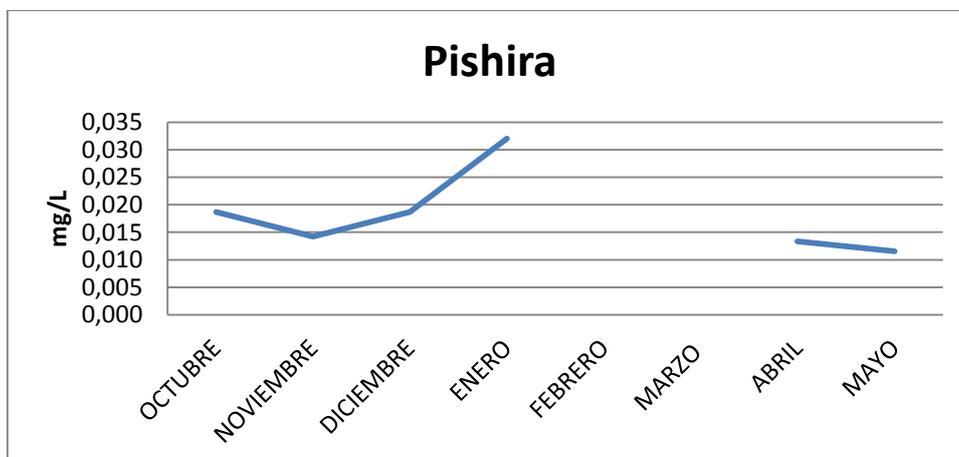
Gráfico 10: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$  en el río Playayacu



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Para las muestras del río Playayacu se tiene que el mayor valor se lo registra en el mes de diciembre prácticamente llegando a 0,07, octubre y noviembre se tienen datos entre 0,01 y 0,02, y en abril y mayo del 2013 de produce un descenso.

Gráfico 11: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$  en el río Pishira

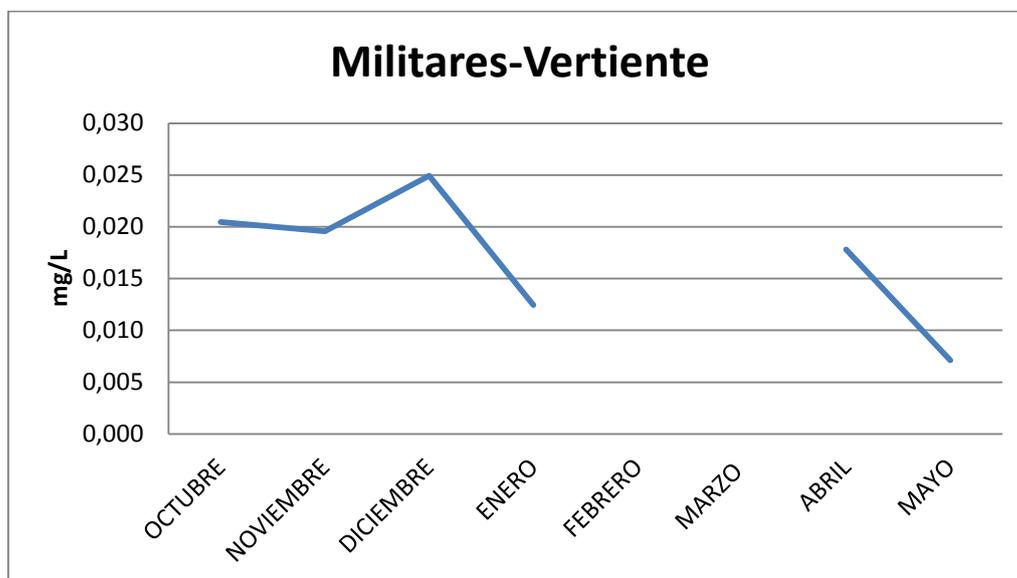


Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el gráfico 11, el punto más alto es en el mes de enero sobrepasando los 0,03, en los meses de octubre a diciembre se observa un comportamiento entre 0,015 y 0,02.

Gráfico 12: Tendencia del parámetro Clorofila $\alpha$  en la vertiente Militares



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Según los datos obtenidos en la vertiente Militares se evidencia que existen dos 2 picos altos en los meses de diciembre del 2012 y abril del 2013, en enero sufre un gran descenso, y en los meses de abril y mayo del 2013 es irregular ya q el primer mes se eleva su valor y al siguiente desciende significativamente.

### 3.2.4 Correlaciones de Parámetros en la Laguna

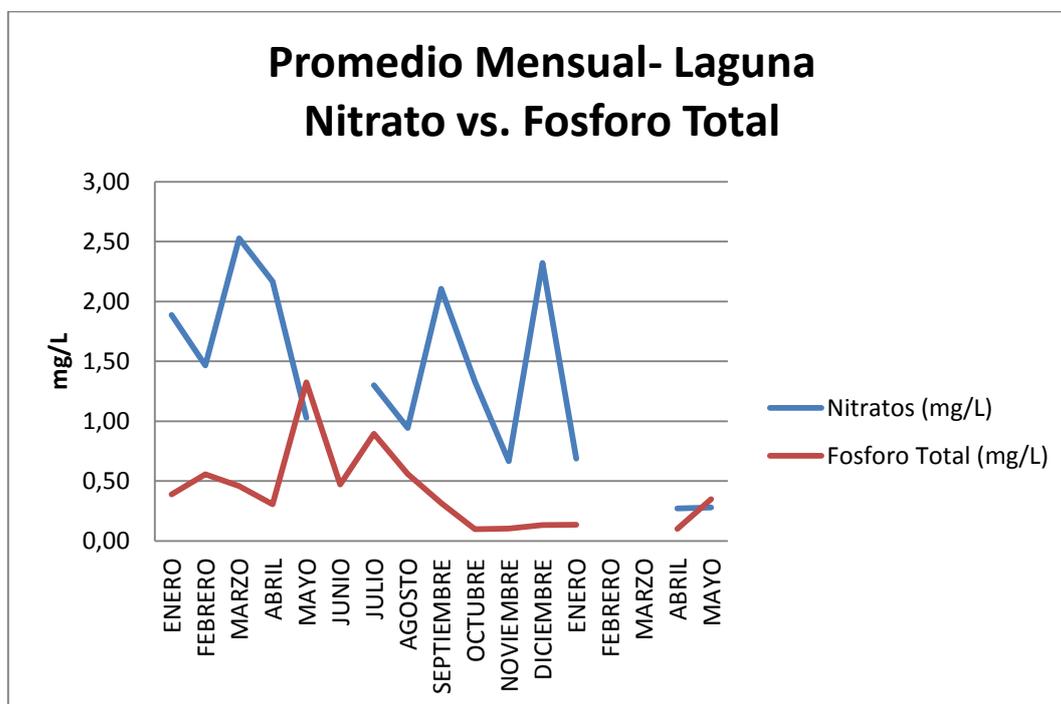
Tabla 24: Promedio mensual de los parámetros Nitrato y Fósforo Total de la laguna

	Promedio Mensual- Laguna- Nitrato vs. Fosforo Total (mg/L)																
	2012												2013				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Nitratos (mg/L)	1,89	1,47	2,53	2,17	1,03		1,30	0,94	2,11	1,33	0,67	2,32	0,69			0,27	0,28
Fosforo Total (mg/L)	0,389	0,557	0,458	0,308	1,326	0,472	0,895	0,560	0,317	0,098	0,103	0,134	0,136			0,100	0,350

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 13: Relación establecida entre Nitrato y Fósforo Total



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Al correlacionar estos dos parámetros se puede deducir que el nutriente dominante es el  $\text{NO}_3$  y el limitante es el FT.

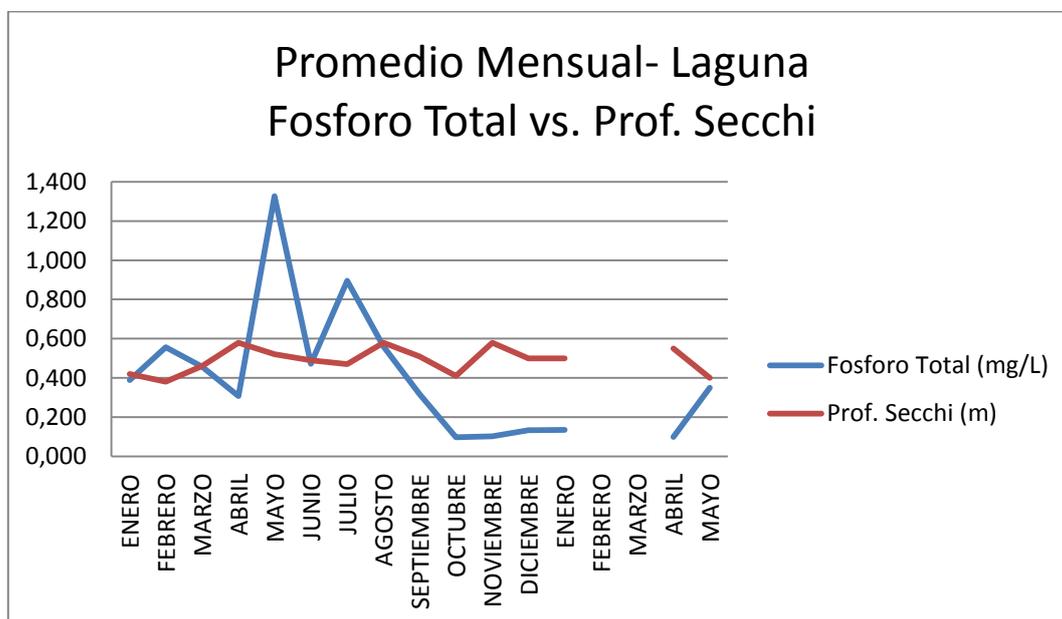
Tabla 25: Promedio mensual de los parámetros Fósforo Total y Profundidad Secchi de la laguna

	Promedio Mensual- Laguna-Fosforo Total vs. Prof. Secchi																
	2012												2013				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Fosforo Total (mg/L)	0,389	0,557	0,458	0,308	1,326	0,472	0,895	0,560	0,317	0,098	0,103	0,134	0,136			0,100	0,350
Prof. Secchi (m)	0,420	0,380	0,460	0,580	0,520	0,490	0,470	0,580	0,510	0,410	0,580	0,500	0,500			0,550	0,400

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 14: Relación establecida entre Fósforo Total y Profundidad Secchi



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

En el gráfico 14, se observa que la Profundidad Secchi de la laguna tiene un rango de valores entre 0,4 y 0,6 m hasta el mes de agosto del 2012, se puede interpretar que mientras más baja sea la Profundidad Secchi el fósforo total aumenta, a partir de mes de octubre del 2012 hasta mayo del 2013 se evidencia lo contrario, es decir, mientras más alto es el dato de la Profundidad Secchi más bajo es el Fósforo Total.

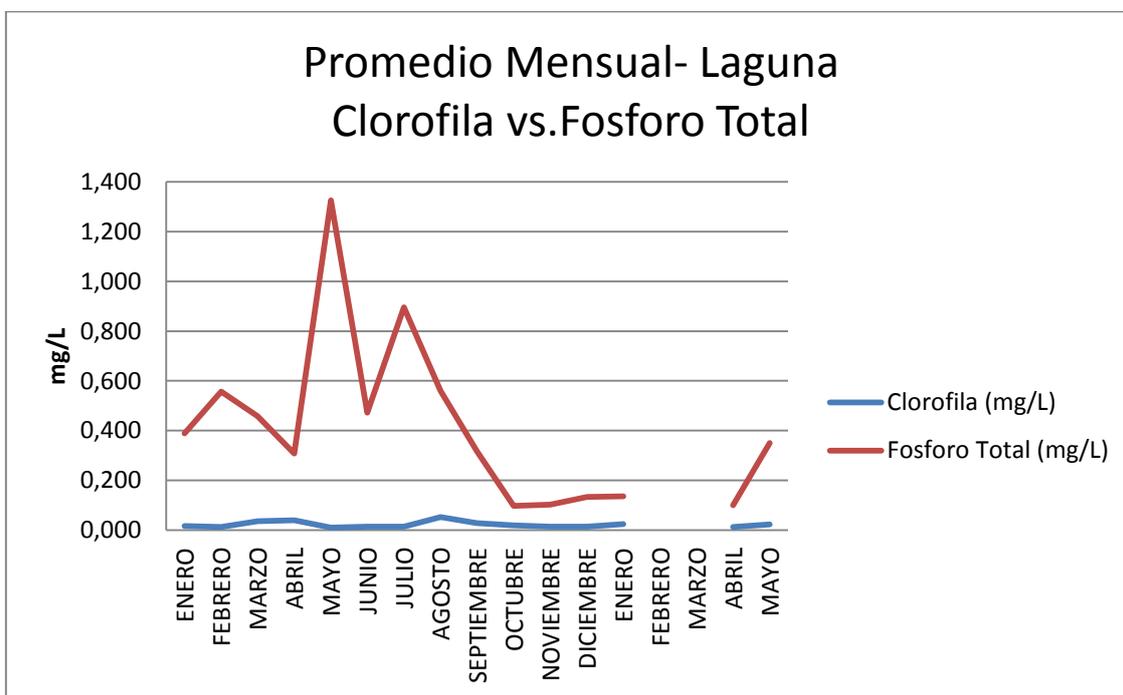
Tabla 26: Promedio mensual de los parámetros Clorofila y Fósforo Total de la laguna

	Promedio Mensual- Laguna- Clorofila vs. Fosforo Total																
	2012												2013				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Clorofila (mg/L)	0,017	0,013	0,036	0,040	0,011	0,015	0,014	0,053	0,028	0,020	0,015	0,015	0,024			0,013	0,023
Fosforo Total (mg/L)	0,389	0,557	0,458	0,308	1,326	0,472	0,895	0,560	0,317	0,098	0,103	0,134	0,136			0,100	0,350

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 15: Relación establecida entre Clorofila y Fósforo Total



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

En este caso el gráfico muestra que el nutriente limitante es la clorofila mientras que el dominante el fosforo total. Se puede ver que el valor más alto se lo obtiene en el mes de mayo del 2012 y de igual manera en este mismo mes se tiene el más bajo de fosforo total. Un comportamiento similar se observa en el mes de julio del 2012 donde existe un valor alto de fosforo total e inversamente proporcional un valor muy bajo de clorofila.

Desde el mes de agosto del 2012 se registra un descenso de valores hasta octubre del 2012 donde mantiene un comportamiento similar hasta abril del 2013. Sin embargo siempre resultando el fosforo total mayo que clorofila.

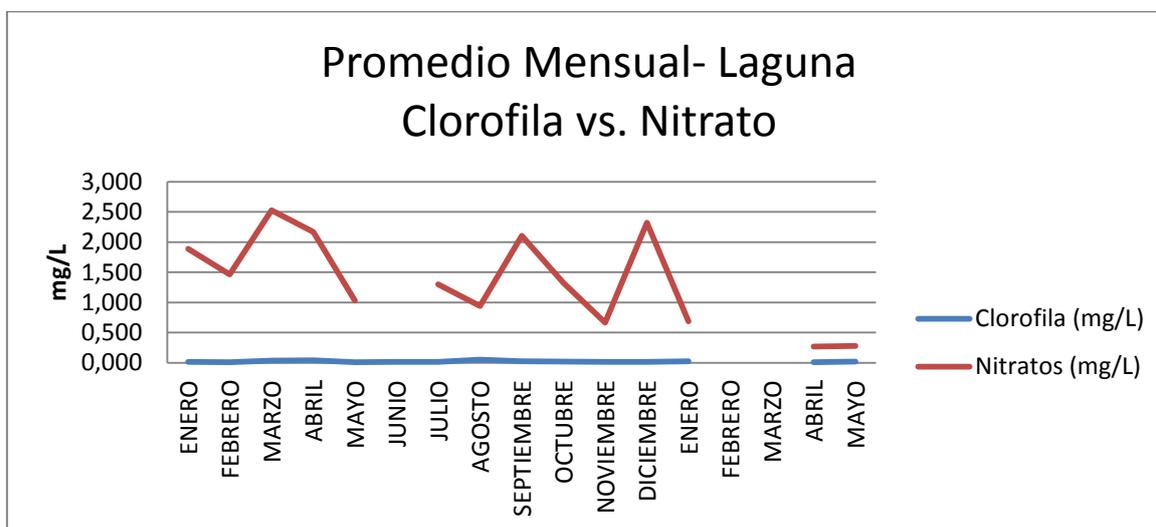
Tabla 27: Promedio mensual de los parámetros Clorofila y Nitrato de la laguna

	Promedio Mensual- Laguna- Clorofila vs. Nitrato																
	2012												2013				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Clorofila (mg/L)	0,017	0,013	0,036	0,040	0,011	0,015	0,014	0,053	0,028	0,020	0,015	0,015	0,024			0,013	0,023
Nitratos (mg/L)	1,89	1,47	2,53	2,17	1,03		1,30	0,94	2,11	1,33	0,67	2,32	0,69			0,27	0,28

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 16: Relación establecida entre Clorofila y Nitrato



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

En el gráfico 16, se puede observar que mientras sube el valor de clorofila el de nitratos también lo hace. Los valores de Clorofila son menores a 0,5 y mantiene un comportamiento similar entre todos los meses.

### 3.2.5 Isotopos Estables

Como se mencionó en el numeral 2.7, a continuación se muestran los resultados de los 11 puntos de muestro para la determinación de isótopos estables

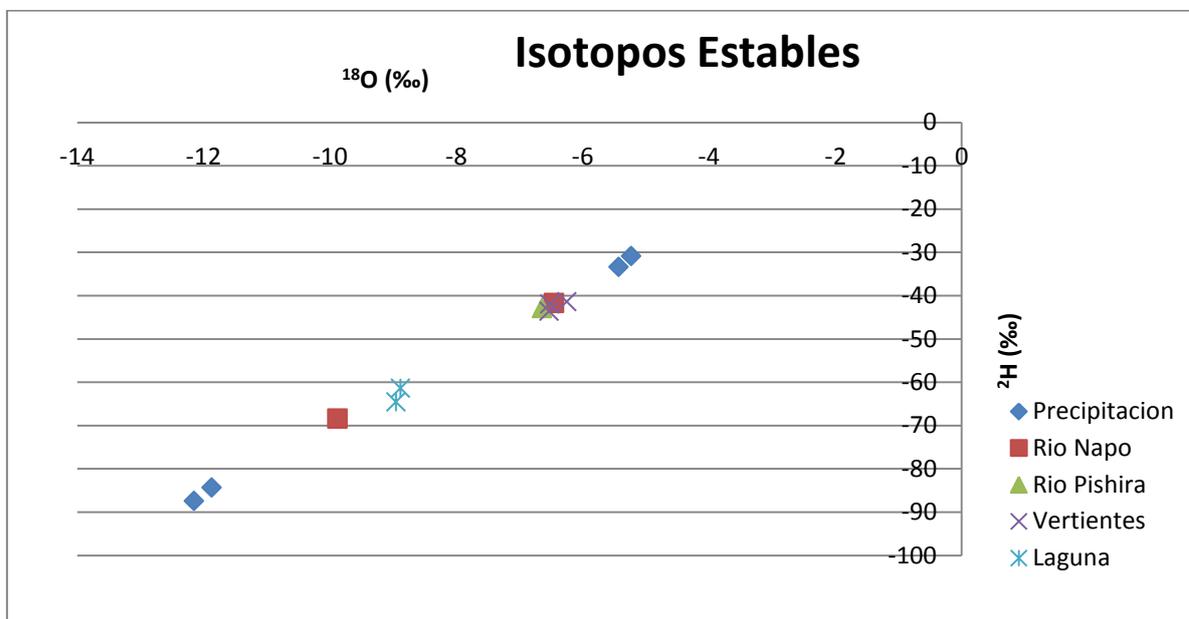
Tabla 28: Isotopos Estables-Desviaciones estándar

Número de Muestra	Código de Muestra	Deuterio	Desviación Estándar	Oxígeno – 18	Desviación Estándar
		$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
Precipitacion	LIM 01	-87,47	0,87	-12,15	0,1
Rio Napo	LIM 02	-68,43	0,6	-9,88	0,11
Vertiente Instituto	LIM 03	-43,66	0,42	-6,53	0,14
Laguna	LIM 04	-64,616	0,55	-8,95	0,08
Laguna	LIM 05	-61,39	0,61	-8,88	0,06
Vertiente Sek	LIM 06	-41,47	0,82	-6,25	0,11
Vertiente Augusto Cerda	LIM 07	-41,98	0,38	-6,52	0,08
Rio Pishira	LIM 08	-42,94	0,45	-6,64	0,1
Precipitacion	LIM 09	-84,359	0,35	-11,87	0,08
Precipitacion	LIM 10	-30,9	0,46	-5,23	0,1
Precipitacion	LIM 11	-33,4	0,83	-5,43	0,05
Rio Napo	LIM 12			-6,45	-41,74

Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 17: Representación de valores obtenidos para los puntos de muestreo de Isótopos Estables



Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

En el gráfico 17, se aprecia que las vertientes, precipitaciones, ríos y puntos de la laguna prácticamente están sobre la línea meteórica mundial, las de precipitaciones y vertientes provienen de aguas evaporadas de lagos; mientras que el caño, los ríos y la laguna están un poco más alejadas ya que su carga de isótopos estables tienen menor concentración a las antes ya mencionadas, es decir, pueden ser de aguas de montaña y zonas continentales.

Dentro de este gráfico se puede observar que los valores de isótopos estables del río Napo son los más cercanos isotópicamente a los valores de la laguna, por lo tanto se puede deducir que el agua de la laguna es isotópicamente muy parecida a la del río.

Los valores isotópicos de precipitación son los que se encuentran más lejanos a los de la laguna, mientras que los datos del Río Pishira son isotópicamente muy parecidos a los de las vertientes por su cercanía.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Tabla 29: Isotopos Estables

Nº	Identificación	Fecha	Oxígeno – 18 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)	Deuterio $\delta^2\text{H}$ (‰)
LIM 01	Precipitación	abr-11	-12,15	-87,47
LIM 02	Río Napo	may-11	-9,88	-68,43
LIM 03	Vertiente Instituto	may-11	-6,53	-43,66
LIM 04	Laguna Limoncocha	may-11	-8,95	-64,616
LIM 05	Laguna Limoncocha	may-11	-8,88	-61,39
LIM 06	Vertiente SEK	may-11	-6,25	-41,47
LIM 07	Vertiente Augusto	may-11	-6,52	-41,98
LIM 08	Río Pishira	may-11	-6,64	-42,94
LIM 09	Precipitación	abr-11	-11,87	-84,359
LIM 10	Precipitación	may-11	-5,23	-30,9
LIM 11	Precipitación	mar-11	-5,43	-33,4
LIM 12	Río Napo	nov-13	-6,45	-41,74

Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

### 3.2.5.1 Muestras obtenidas de precipitación

Tabla 30: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo de precipitaciones

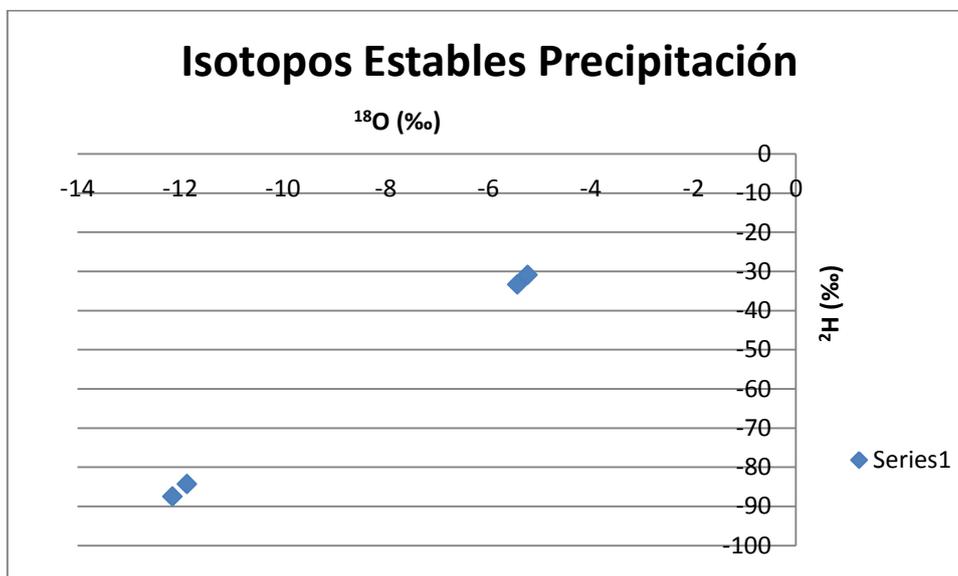
Nº	Identificación	Fecha	Deuterio $\delta^2\text{H}$ (‰)	Oxígeno – 18 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)
LIM 01	Precipitación	abr-11	-87,47	-12,15
LIM 09	Precipitación	abr-11	-84,359	-11,87
LIM 10	Precipitación	may-11	-30,9	-5,23
LIM 11	Precipitación	mar-11	-33,4	-5,43

Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

Los datos de la tabla 30 corresponden a muestras de agua lluvia, en el gráfico 18 se puede observar que estos valores están sobre la Línea Meteorica Mundial.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 18: Representación de valores obtenidos para de isótopos estables en muestras de precipitación



Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

### 3.2.5.2 Muestras obtenidas en la laguna

Tabla 31: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo en la laguna

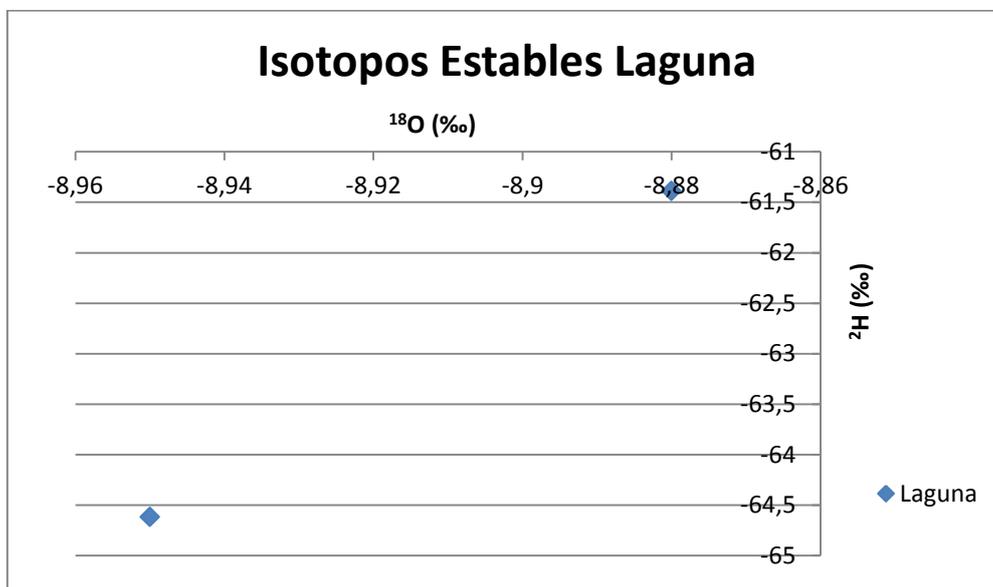
Nº	Identificación	Fecha	Deuterio $\delta^2\text{H}$ (‰)	Oxígeno – $18\ \delta^{18}\text{O}$ (‰)
LIM 04	Laguna Limoncocha	may-11	-64,616	-8,95
LIM 05	Laguna Limoncocha	may-11	-61,39	-8,88

Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

Los datos presentados en la tabla 31 fueron obtenidos de muestras recogidas en la laguna Limoncocha, en el gráfico 19 se puede observar que estos valores están sobre la Línea Meteorica Mundial.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 19: Representación de valores obtenidos de isótopos estables en muestras de la laguna



Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

### 3.2.5.3 Muestras obtenidas de las vertientes

Tabla 32: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo de las vertientes

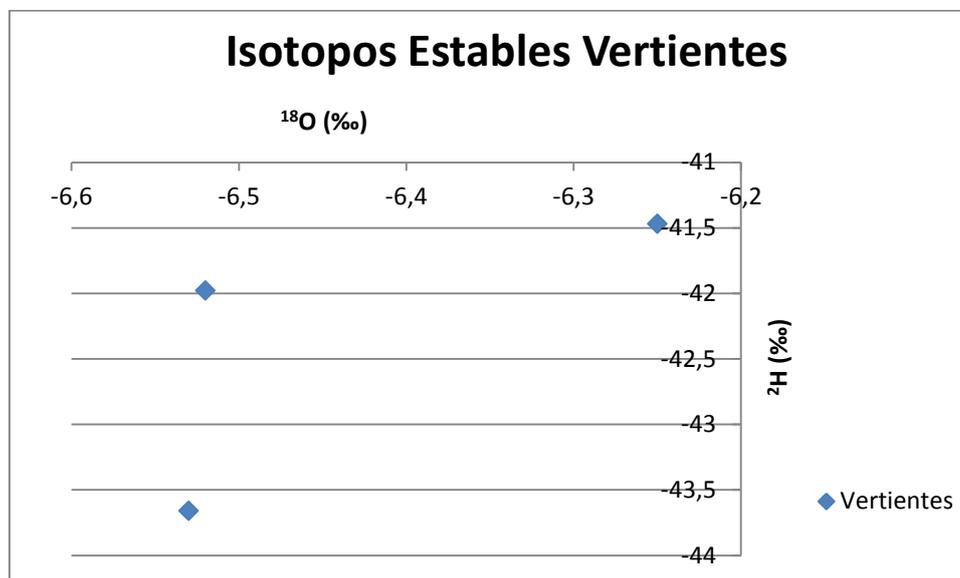
Nº	Identificación	Fecha	Deuterio $\delta^2\text{H}$ (‰)	Oxígeno – $^{18}\text{O}$ $\delta^{18}\text{O}$ (‰)
LIM 03	Vertiente Instituto	may-11	-43,66	-6,53
LIM 06	Vertiente SEK	may-11	-41,47	-6,25
LIM 07	Vertiente Augusto	may-11	-41,98	-6,52

Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

Los datos que se muestran en la tabla 32 provienen de muestras recogidas en las vertientes Instituto, Sek y Augusto Cerda, en el gráfico 20 se puede observar que estos valores están cerca de la Línea Meteorica Mundial.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 20: Representación de valores obtenidos de isótopos estables en muestras de las vertientes



Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

### 3.2.5.4 Muestras obtenidas de los ríos

Tabla 33: Valores de Isótopos Estables obtenidos mediante muestreo de los ríos

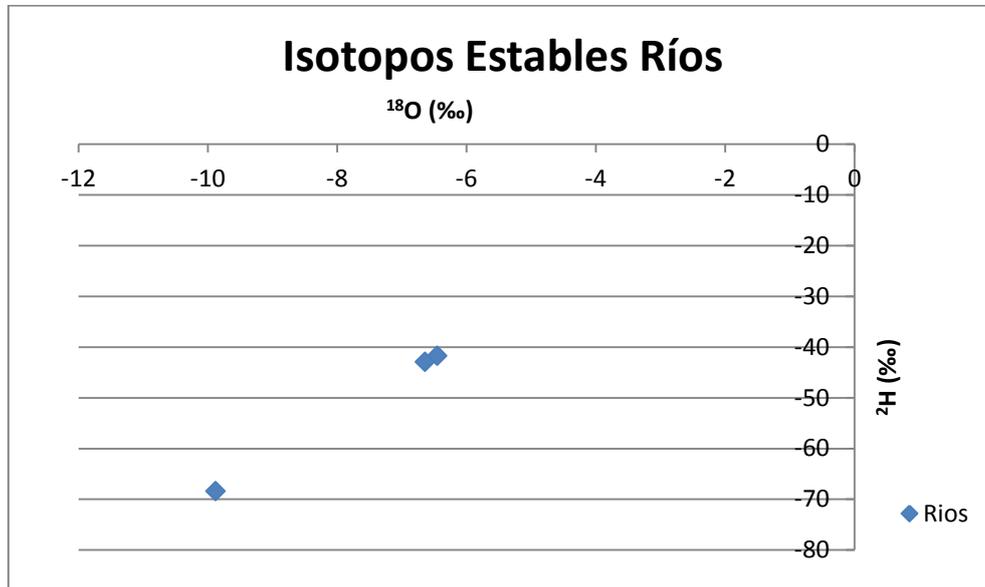
Nº	Identificación	Fecha	Oxígeno – $^{18}\delta^{18}\text{O}$ (‰)	Deuterio $\delta^2\text{H}$ (‰)
LIM 12	Río Napo	nov-13	-6,45	-41,74
LIM 02	Río Napo	may-11	-9,88	-68,43
LIM 08	Río Pishira	may-11	-6,64	-42,94

Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

La tabla 33 contiene datos de laboratorio provenientes de muestras recogidas en los Ríos Napo y Pishira, en el gráfico 21 se puede observar que estos valores se ajustan sobre la Línea Meteorica Mundial.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Gráfico 21: Representación de valores obtenidos de isótopos estables en muestras de las vertientes



Fuente: Fabio Villalba, 2013. Comunicación Personal.

## 3.2.6 Cálculo de Déficit de oxígeno

El valor de oxígeno disuelto requerido para la aplicación de las fórmulas 2.8.2a, 2.8.2b, 2.8.2c, 2.8.2d, 2.8.2e y 2.8.2f del numeral 2.8 correspondientes al cálculo del déficit de oxígeno.

Para obtener la concentración de saturación de oxígeno en el agua, se utilizó el dato de 27.6 C°, dicha temperatura se determinó mediante el cálculo del promedio de todos los datos de temperatura obtenidos a los largo de la investigación en campo. Posteriormente se procedió con el cálculo de la concentración de saturación de oxígeno corregido para la altura de Limoncocha, el dato utilizado para Limoncocha es de 230 msnm, según lo descrito en la Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

El valor obtenido para saturación fue de 7.56 ppm, mismo que se relacionó con el 100% de saturación, con esta relación se aplicaron las fórmulas antes descritas y se consiguieron los resultados que se muestran en las siguientes tablas para cada uno de los puntos de muestreo del cuerpo hídrico.

Los valores positivos corresponden a un porcentaje déficit de oxígeno en el agua, mientras que los valores negativos representan la sobresaturación de oxígeno en el agua.

Tabla 34: Valores obtenidos de déficit de oxígeno para el punto 1 de la laguna

Profundidad (m)	Deficit de Oxigeno Punto 1 (%)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	-92,37	-21,11	17,10	-86,95	-33,27	-25,47	-46,23	-38,96	-22,96	-2,73	-29,57	-8,02	-58,00			-82,06	-41,87
0,2	-95,15	-17,67	17,37	-88,27	-30,76	-25,34	-48,87	-33,54	-18,99	-1,41	-27,72	-7,62	-61,17			-80,47	-54,96
0,4	-96,60	-9,61	19,88	-97,26	-25,60	-25,34	-48,61	-26,26	-0,88	6,00	-27,59	-6,17	-63,02			-82,32	-37,50
0,6	-97,53	3,88	17,76	-96,60	-21,64	-3,92	-28,51	-3,92	-22,03	17,76	-28,25	-4,85	-52,44			-112,73	-25,34
0,8	-96,60	9,43	16,57	-9,74	-18,60	12,21	51,74	0,05	-22,70	47,11	-29,04	-5,24	17,50			-97,00	-16,61
1		10,49	55,44	80,30	-25,34	43,81	91,41	23,58	42,75	59,01	-31,02	0,57	43,15			-87,74	-14,37
1,2		18,29	14,46	96,96	-17,01	71,05	97,75	51,48	84,40	61,66	-33,93	8,51	64,43			4,94	-2,20
1,4		21,20	17,37	97,62	-12,25	97,62	98,41	53,06	94,84	62,98	8,24	40,90	78,85			41,16	-1,41
1,6		34,95	97,75	98,15	68,00	98,55	98,81	82,94				63,64	88,23			56,37	18,95
1,8		89,16	88,37	98,94	95,64	98,81		88,23				74,48	90,61			64,96	28,74
2		96,43	98,41	99,47	97,49							86,25	93,26			90,48	
2,2		96,69			97,49												

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 34, se puede observar que en el mes de Enero existe una sobresaturación de oxígeno de más de 50 % y que en los meses de febrero, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y noviembre del 2012 y enero, abril y mayo del 2013 existe una sobresaturación de oxígeno en la superficie de la laguna ya que desde aproximadamente 0,6 y 0,8 m de profundidad existe un cambio y empieza a registrarse un déficit de oxígeno en el agua. Los meses con mayor sobresaturación de oxígeno son enero del 2012 y abril del 2012/2013.

En los meses de octubre y diciembre del 2012 se observa que existe una sobresaturación de oxígeno superficialmente. El mes de marzo es el único mes que presenta un déficit de oxígeno desde la superficie.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Comparando Enero 2012/2013 se observa un descenso en la sobresaturación de oxígeno de igual manera que en Abril 2012/2013 y en Mayo 2012/2013 se observa un mínimo descenso de valores pero mantiene el mismo comportamiento.

Tabla 35: Valores obtenidos de déficit de oxígeno para el punto 2 de la laguna

Profundidad (m)	Deficit de Oxigeno Punto 2 (%)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	-112,20	-30,10	-8,81	-116,57	-13,70	-62,09	-63,95	-53,50	-89,46	-34,73	-84,04	-12,65	-121,06			-93,83	-58,00
0,2	-114,45	-31,02	-9,87	-122,52	-11,59	-61,96	-61,30	-50,06	-73,86	-36,18	-85,89	-11,85	-123,44			-95,15	-66,59
0,4	-103,87	-34,73	-10,40	-115,77	-11,32	-59,05	-29,57	-48,74	-59,72	-34,99	-88,14	-11,06	-125,82			-95,55	-69,23
0,6	-93,43	-13,04	-9,21	-110,22	-8,28	-42,00	-22,96	-45,96	-56,28	-34,86	-86,55	-10,40	-119,48			-90,39	-55,09
0,8	-73,33	-3,92	-6,17	-103,74	-6,56	-34,59	14,06	-43,19	-46,49	-34,86	-85,50	-7,36	-116,83			-76,51	-41,07
1	-67,12	3,88	-3,79	-90,79	-7,36	-19,26	15,38	-42,66	-29,97	-33,80	-82,59	-6,43	-109,56			-75,58	-31,82
1,2	-13,70	12,34	-0,75	-75,71	-3,13	4,14	19,35	-36,84	43,81	-32,08	-80,60	-3,52	-87,88			-72,67	-10,80
1,4	53,72	16,57	-0,62	-5,77	3,09	55,18	96,03	-33,67	58,22	-19,52	-77,30	-1,54	4,54			-63,02	0,18
1,6	95,77	21,99	1,76	89,82	4,28	75,28	97,36	-29,04	91,54	-7,09	-64,08	-1,28	72,10			-53,90	
1,8	97,36	29,13	4,54	96,69	31,51	98,02	98,68	-10,53	97,75	68,27	-44,11	-0,22	86,65			-48,08	
2	96,96	96,17	4,28	97,36	34,16	99,21	98,68	27,55	98,28		-7,89	0,97	93,26			-38,03	
2,2	98,28	98,15	96,83	97,49	44,87	99,60		29,53	98,68			21,33	94,98			-13,44	
2,4	98,41	98,68	97,88	98,28	98,68	99,60		64,43	98,81			43,41	96,03			41,03	
2,6	98,15		99,34					94,05								53,59	
2,8																50,55	
3																51,08	

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 35, se evidencia que en los meses de enero, febrero, abril, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre del 2012 y enero, abril y mayo del 2013 existe una sobresaturación de oxígeno y que aproximadamente a 1 y 1,2 m de profundidad existe un cambio y empieza a registrarse un déficit de oxígeno en el agua. Los meses de marzo, mayo y diciembre del 2012 de igual manera presentan una sobresaturación de oxígeno pero menor en comparación a los meses antes ya mencionados. No existe en mes que tenga un déficit de oxígeno desde la superficie.

El mes con mayor sobresaturación de oxígeno es enero del 2013 y el que tiene menor es marzo del 2012.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un incremento en la sobresaturación de oxígeno, conservando sus valores altos, en Abril 2012/2013 un descenso en los valores de sobresaturación y en Mayo 2012/2013 se observa un incremento en sus valores.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Tabla 36: Valores obtenidos de déficit de oxígeno para el punto 3 de la laguna

Profundidad (m)	Deficit de Oxígeno punto 3 (%)																
	AÑO 2012												AÑO 2013				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	-19,13	-41,34	-52,05	-44,77	48,44	-41,60	-42,79	-13,18	-39,88	6,13	-61,57	1,37	-50,86			-90,92	-59,32
0,2	-62,09	-38,69	-47,95	-43,32	54,65	-24,02	-33,54	-13,18	-39,75	6,13	-68,44	2,03	-47,02			-92,50	-59,05
0,4	-59,45	-17,54	-34,86	-43,19	52,27	2,03	-21,64	-14,89	-27,59	7,45	-77,17	2,69	-37,77			-79,81	-61,57
0,6	-28,91	20,54	-25,21	-21,37	58,62	30,72	-12,38	-22,96	-13,57	12,74	-60,64	2,95	-29,44			-94,36	-59,72
0,8	-22,96	18,82	-29,04	-9,08	65,23	53,72	-3,13	-3,79	-3,52	32,57	-8,15	2,95	-17,94			-78,49	-29,04
1	-19,65	19,88	-29,44	-21,51	56,77	49,76	7,45	42,75	33,89	15,38	36,54	5,33	-9,74			-25,74	-4,19
1,2	11,55	66,42	21,46	81,23	69,86	60,07	14,06	39,84	37,20	19,35	63,38	9,43	-1,67			-9,34	-0,88
1,4	11,95	28,60	42,35	57,43	64,17	73,56	20,67	47,11	59,28	21,99		12,47	5,73			34,29	6,52
1,6	18,95	69,46	54,91	78,71	59,15	79,64	51,08	50,02	84,27	61,66		46,59	11,95			49,23	
1,8	98,41		98,68	98,15	56,63	82,94	97,36	94,05	95,64	86,78		68,40	26,89			50,16	
2			99,07	99,07	56,10	95,64	98,68	100,00	97,49			91,01				51,08	
2,2			97,88	99,74	98,94											70,65	
2,4			98,94													73,69	
2,6																	

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 36, se observan los datos para el punto 3, se tiene que en los meses de enero, febrero, marzo, abril, junio, julio, agosto, septiembre, noviembre del 2012 y enero, abril, mayo del 2013 existe una sobresaturación de oxígeno en la superficie, a partir de 0,8 y 1,0 m de profundidad se puede observar que se pierde oxígeno hasta llegar a un déficit del mismo. Los meses con mayor sobresaturación de oxígeno son abril del 2013 y el menor en agosto del 2012.

En los meses de mayo, octubre y diciembre del 2012 se registra un déficit de oxígeno siendo el mayor en mayo del 2012 y el menor en diciembre del 2012. Los meses de octubre y diciembre del 2012 presentan un déficit de oxígeno muy pequeño comparado con el valor de mayo del 2012.

Comparando Enero 2012/2013 se observa un incremento en la sobresaturación de oxígeno, en Abril 2012/2013 un incremento en los valores de sobresaturación y en Mayo 2012/2013 pasa de tener agua con déficit oxígeno a agua con sobresaturación de oxígeno.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.7 Caudales

Para la medición de caudales no se tomó en cuenta los puntos 1 y 2 de la laguna debido a que se encontraban dentro de la misma, es decir, en del cuerpo de agua. Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 37: Medición mensual de caudales en los puntos de muestreo

MEDICIÓN DE CAUDALES ( L/s)								
AÑO	MES	PUNTOS						
		Playayacu	Pishira	Uisek	Militares	Caño (punto 3)	Sr. Grefa	Instituto
2012	Julio	1710,000	1280,000	0,009	0,011	7400,000	0,369	11,569
	Agosto	2530,000	2360,000	0,127	0,021	12900,000	0,424	18,765
	Septiembre	450,000	910,000	0,010	0,003	5900,000	0,228	9,115
	Octubre	460,000	982,800	0,014	0,003	6200,000	0,082	0,255
	Noviembre	330,000	907,200	0,023	0,008	5640,000	0,263	0,191
	Diciembre	520,600	1134,000	0,021	0,010	6300,000	0,225	0,196
2013	Enero	614,100	757,900	0,011	0,011	5420,000	0,324	0,245
	Febrero							
	Marzo							
	Abril	685,200	859,600	0,047	0,009	5670,000	0,290	0,326
	Mayo	573,400	879,200	0,054	0,003	4340,000	0,117	0,330

Fuente: ENERO-JUNIO (Ortiz, 2012). / JULIO 2012-MAYO 2013 (Carrera, 2013).

En la tabla 37, se observa que julio y agosto son los meses donde se registra mayor caudal, el punto de muestreo de los militares es el que tiene el menor valor. El caño es el punto que más caudal registra a lo largo de todos los meses de estudio. Se observa datos bajos en los puntos: Uisek, Militares, Sr. Grefa e Instituto. El Río Playayacu presenta el caudal más bajo en el mes de noviembre del 2012. El Río Pishira presenta su caudal más bajo en el mes de enero del 2013. El caño tiene su mayor caudal en el mes de agosto del 2012.

## 3.2.8 Diagramas Ombrotérmicos

Con el fin de identificar los meses de sequía y los de mayor precipitación, y así poder relacionarlos con las inundaciones que ocurren dentro de la zona. Debido a la inexistencia de una estación meteorológica dentro de la Reserva Biológica Limoncocha, se tomó los datos de las estaciones meteorológicas más cercanas a la laguna, estas son:

- Nuevo Rocafuerte.
- Coca Inami
- Palmoriente Huachito
- Lumbaqui
- Tena Chaupishungo

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Se elaboró 5 diagramas Ombrotérmicos correspondientes a los datos de precipitación y temperatura ambiente de las estaciones en mención.

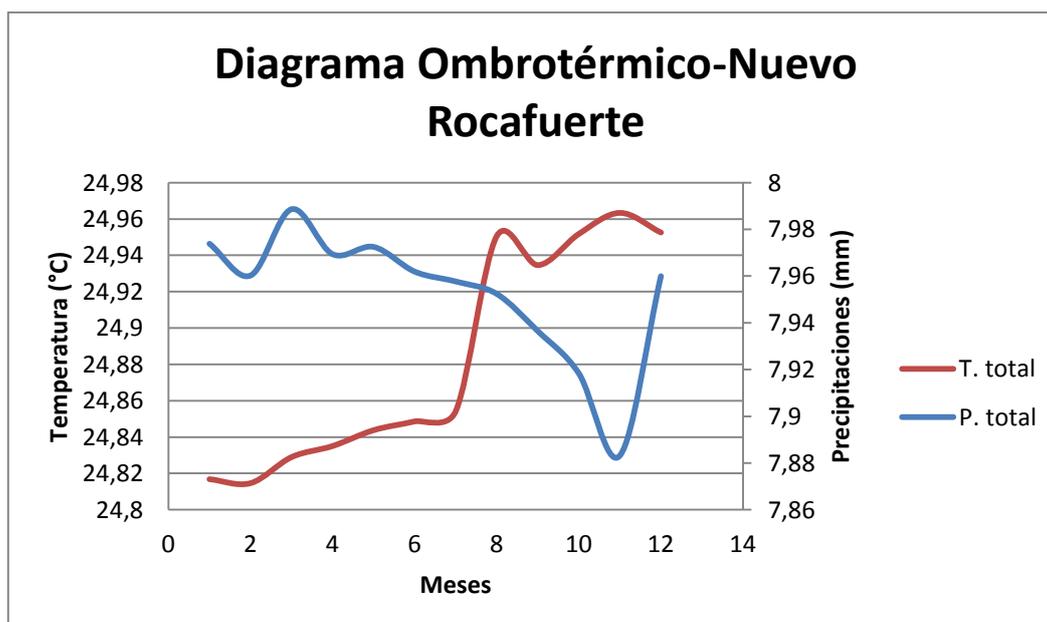
## 3.2.8.1 Estación Nuevo Rocafuerte

Tabla 38: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Nuevo Rocafuerte

MES	PRECIPITACIONES	TEMPERATURA (°C)
ENERO	7,973853924	24,81680751
FEBRERO	7,96026253	24,8146385
MARZO	7,98864757	24,8289765
ABRIL	7,96937947	24,835061
MAYO	7,97249801	24,843784
JUNIO	7,96192399	24,8486088
JULIO	7,95770227	24,8541902
AGOSTO	7,95239482	24,9506008
SEPTIEMBRE	7,93645682	24,9346009
OCTUBRE	7,91836158	24,9517746
NOVIEMBRE	7,88315577	24,9633521
DICIEMBRE	7,95996041	24,9525663

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Gráfico 22: Diagrama Ombrotérmico-Nuevo Rocafuerte



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el diagrama ombrotérmico se evidencia que la temporada más seca es de julio a diciembre y la de mayor precipitación de enero a junio.

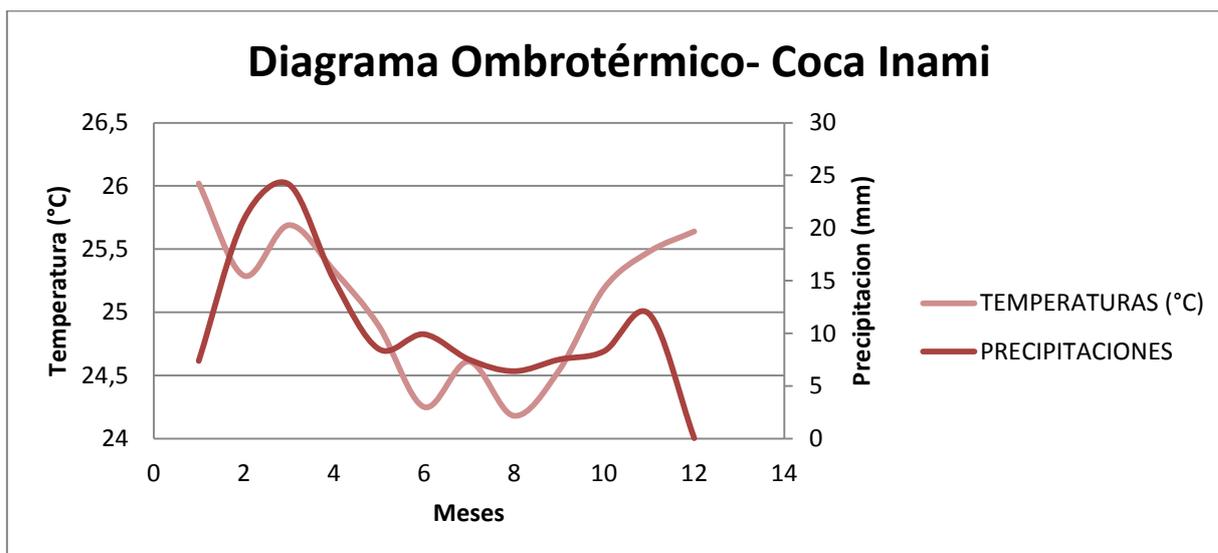
## 3.2.8.2 Estación Coca Inami

Tabla 39: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Coca Inami

MES	PRECIPITACIONES	TEMPERATURAS (°C)
ENERO	7,37	26,02
FEBRERO	20,8	25,29
MARZO	24,16	25,69
ABRIL	15,09	25,33
MAYO	8,5	24,89
JUNIO	9,91	24,25
JULIO	7,51	24,61
AGOSTO	6,4	24,18
SEPTIEMBRE	7,51	24,54
OCTUBRE	8,3	25,19
NOVIEMBRE	11,84	25,48
DICIEMBRE	0,03	25,64

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Gráfico 23: Diagrama Ombrotérmico-Coca Inami



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el diagrama ombrotérmico se evidencia que la temporada seca es de Septiembre a Diciembre, y el mes de enero. La temporada de mayor precipitación es de febrero a abril.

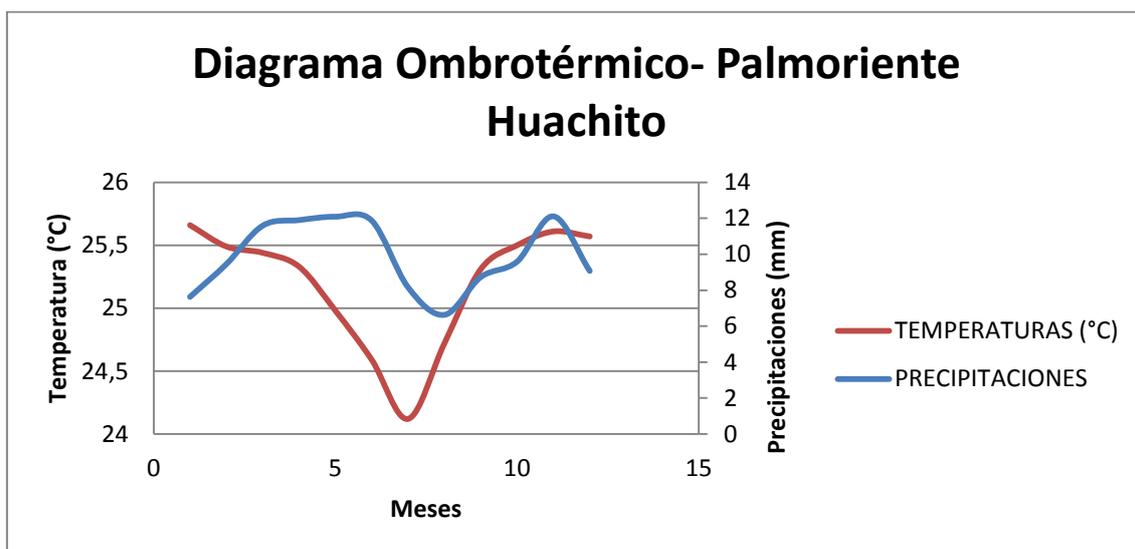
### 3.2.8.3 Estación Palmoriente Huachito

Tabla 40: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Palmoriente Huachito

MES	PRECIPITACIONES	TEMPERATURAS (°C)
ENERO	7,63	25,66
FEBRERO	9,45	25,49
MARZO	11,59	25,44
ABRIL	11,9	25,33
MAYO	12,09	24,98
JUNIO	11,87	24,59
JULIO	8,16	24,12
AGOSTO	6,63	24,72
SEPTIEMBRE	8,73	25,31
OCTUBRE	9,59	25,5
NOVIEMBRE	12,11	25,61
DICIEMBRE	9,07	25,57

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Gráfico 24: Diagrama Ombrotérmico- Palmoriente Huachito



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el diagrama Ombrotérmico se evidencia que las temporadas secas van de enero a marzo y de agosto a diciembre. La temporada de mayor precipitación es de marzo a julio.

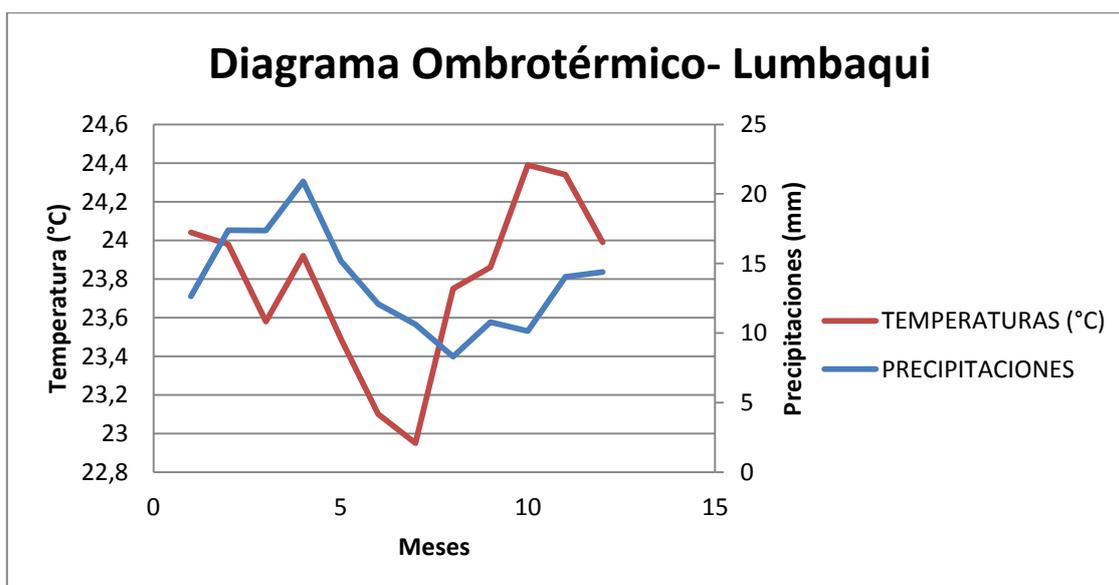
## 3.2.8.4 Estación Lumbaqui

Tabla 41: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Lumbaqui

MES	PRECIPITACIONES	TEMPERATURAS (°C)
ENERO	12,63	24,04
FEBRERO	17,4	23,98
MARZO	17,38	23,58
ABRIL	20,91	23,92
MAYO	15,19	23,49
JUNIO	12,09	23,1
JULIO	10,62	22,95
AGOSTO	8,31	23,75
SEPTIEMBRE	10,77	23,86
OCTUBRE	10,13	24,39
NOVIEMBRE	14,03	24,34
DICIEMBRE	14,39	23,99

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Gráfico 25: Diagrama Ombrotérmico- Lumbaqui



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el diagrama Ombrotérmico se evidencia que la temporada seca va de agosto a diciembre, y en enero. La temporada de mayor precipitación es de febrero a julio.

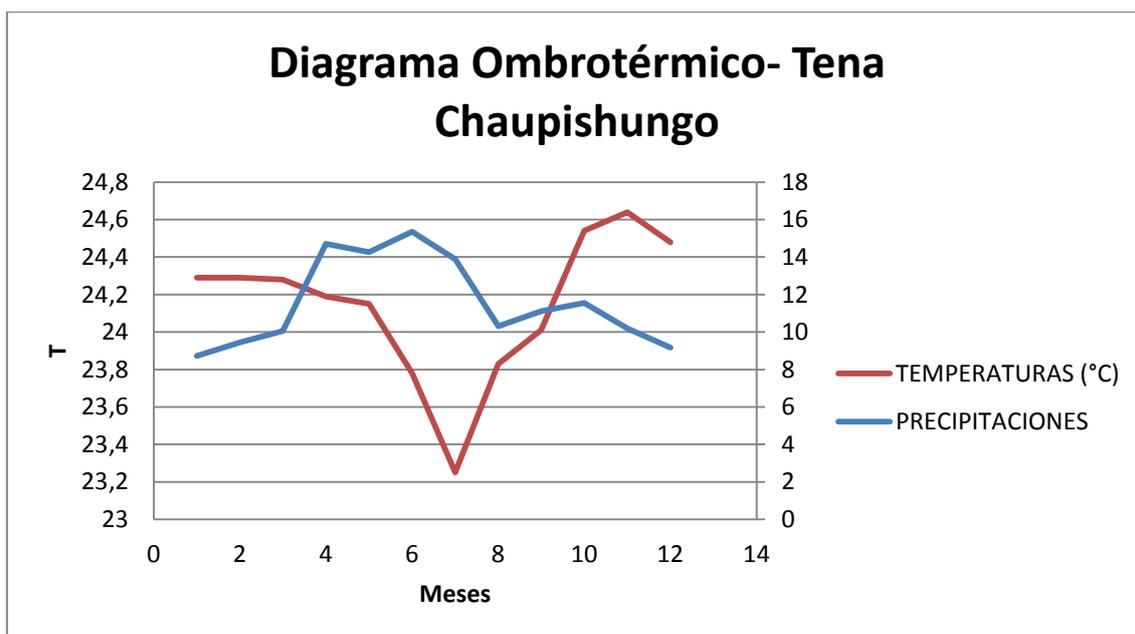
## 3.2.8.5 Estación Tena Chaupishungo

Tabla 42: Datos de precipitación y temperatura ambiente estación Tena Chuapishungo

MES	PRECIPITACIONES	TEMPERATURAS (°C)
ENERO	8,72	24,29
FEBRERO	9,44	24,29
MARZO	10,05	24,28
ABRIL	14,71	24,19
MAYO	14,26	24,15
JUNIO	15,36	23,78
JULIO	13,89	23,25
AGOSTO	10,31	23,83
SEPTIEMBRE	11,11	24,01
OCTUBRE	11,55	24,54
NOVIEMBRE	10,19	24,64
DICIEMBRE	9,16	24,48

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

Gráfico 26: Diagrama Ombrotérmico- Tena Chaupishungo



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

En el diagrama Ombrotérmico se evidencia que las temporadas secas van de enero a marzo, y de septiembre a diciembre. La temporada de mayor precipitación es de abril a agosto.

## 3.2.9 Mapas

En base a la información obtenida de los habitantes del pueblo de Limoncocha en las que se nos dijo que el Río Napo alimenta a la Laguna Limoncocha especialmente cuando existen inundaciones se decidió realizar los siguientes mapas:

- Transecto Limoncocha.
- Mapa de Inundaciones
- Mapa DEM 90

Con el fin de documentar todo lo observado en la prospección de terreno realizada, encontrar el cuerpo de agua desconocido, encontrar una relación entre los dos cuerpos de agua.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.9.1 Transecto Limoncocha

Tabla 43: Coordenadas UTM del Transecto

PTO.	COORDENADAS UTM	
	WGS84	
	Zona 18M	
	x	y
1	293835	9943754
2	298007	9954537
3	296994	9927842
4	295633	9929593
5	293870	9930360
6	320927	9931291
7	320061	9932212
8	320988	9934608
9	321142	9935929
10	319936	9936604
11	319627	9936665
12	301782	9945691
13	301225	9947042
14	301070	9948302
15	301317	9949101
16	302523	9949992
17	301935	9951589
18	300698	9952080
19	299523	9952418

Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Imagen 4: Mapa del Transecto Limoncocha



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

El día 19 de mayo del 2013 se realizó este recorrido donde se marcaron 19 puntos GPS de referencia.

- Punto 1: Comienzo del transecto a 100 metros del pozo laguna de Petroamazonas.
- Punto 2: Terreno húmedo, con vegetación crecida.
- Punto 3: Terreno húmedo con presencia de pequeños charcos de agua.
- Punto 4: Terreno húmedo con presencia de pequeños charcos de agua.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

- Punto 5: Terreno húmedo con presencia de grandes charcos de agua.
- Punto 6: Terreno húmedo con presencia de grandes charcos de agua.
- Punto 7: Terreno húmedo con presencia de grandes charcos de agua.
- Punto 8: Presencia de agua en todo el terreno, el agua tiene una altura de 20 cm.
- Punto 9: Presencia de agua en todo el terreno, el agua tiene una altura de 20 cm.
- Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 10: Presencia de agua en todo el terreno, tiene una altura de aproximada de 40cm.
- Punto 11: Presencia de agua en todo el terreno, tiene una altura de aproximada de 60cm sobrepasando las rodillas. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 12: Presencia de agua en todo el terreno, tiene una altura de aproximada de 60cm sobrepasando las rodillas. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 13: Presencia de agua en todo el terreno, tiene una altura de aproximada de 60cm sobrepasando las rodillas. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 14: Presencia de agua en todo el terreno, sobrepasando la cintura de algunas de las personas que participan en la caminata. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 15: Presencia de agua en todo el terreno, sobrepasando la cintura de algunas de las personas que participan en la caminata. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Se puede observar que el agua comienza a cambiar de color a un verde claro.
- Punto 16: Presencia de agua en todo el terreno, sobrepasando la cintura de algunas de las personas que participan en la caminata.
- El agua es completamente verde claro. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 17: Presencia de agua en todo el terreno, sobrepasando la cintura de algunas de las personas que participan en la caminata.

## **COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO**

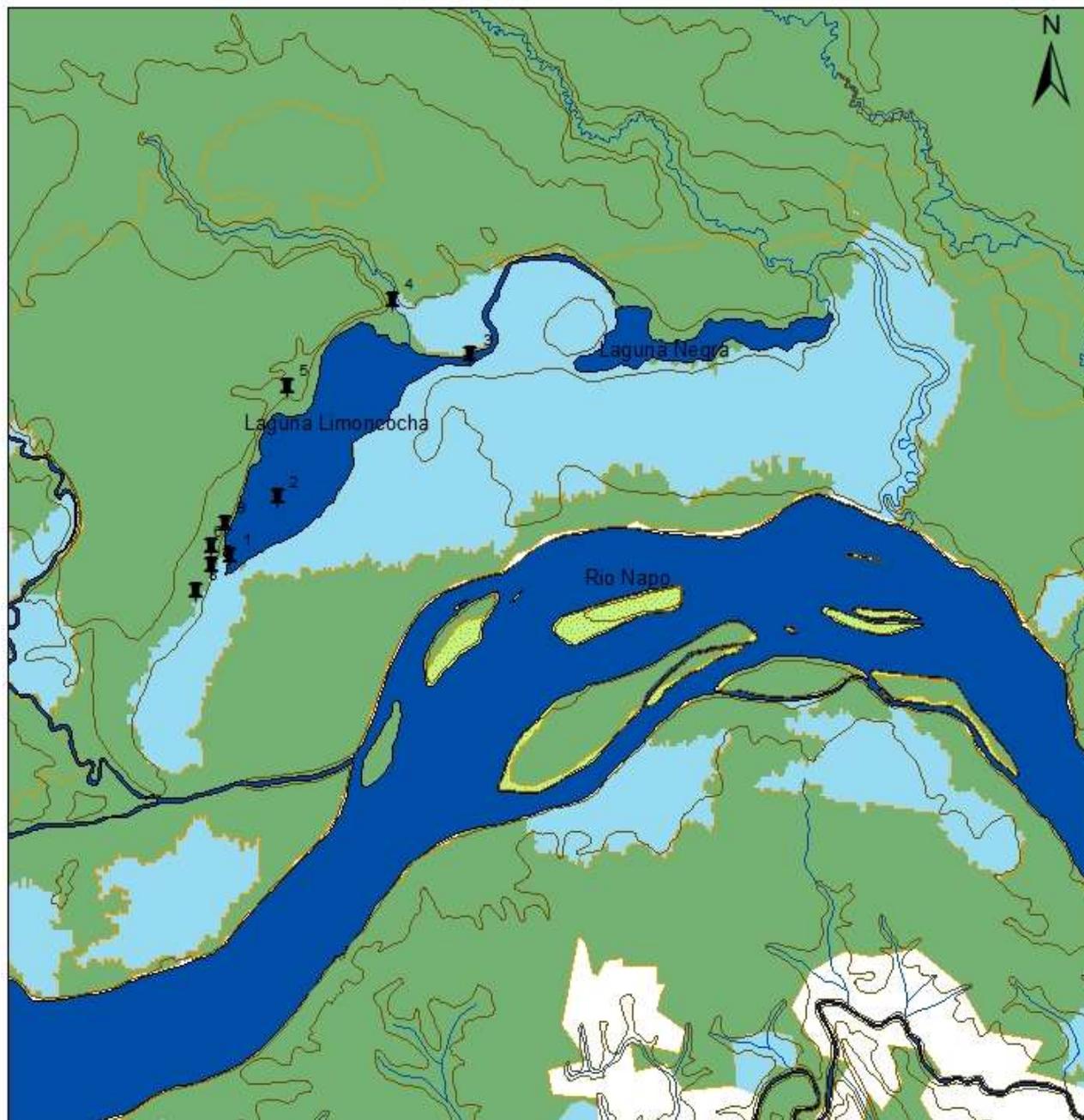
- El agua es completamente verde claro, se dificulta el desplazamiento en el lugar. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 18: Presencia de agua en todo el terreno, sobrepasando la cintura de algunas de las personas que participan en la caminata.
- El agua es completamente verde claro, se dificulta el desplazamiento en el lugar. Se observa que el agua tiene un ligero movimiento en dirección nor-este hacia la laguna.
- Punto 19: Presencia de agua en todo el terreno, sobrepasando la cintura de algunas de las personas que participan en la caminata.

El agua es completamente verde claro, se dificultó el desplazamiento en el lugar y es imposible seguir con la caminata. Se llegó a alrededor de 200 metros de distancia con el comienzo de la laguna donde se pudo observar el lechuguín que limita a la laguna. Y según el GPS muy cerca del Caño (punto 3).

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.9.2 Mapa de inundaciones

Imagen 5: Mapa de Inundaciones



**LEYENDA**

📍 Punto\_Muestreo

**Inundaciones**

🟢 <all other values>

**INUNDABILI**

- 🟠 ZONAS INUNDABLES
- 🟡 ZONAS INUNDADAS
- 🟢 ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES

Universidad Internacional SEK  
Mapa de Inundaciones- Reserva Biologica Limoncocha  
Julio Carrera

# **COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO**

Para el mapa de Inundaciones se usó el “Modelo de Regímenes de Inundación” del Proyecto “Mapa de Vegetación” realizado por la Subsecretaría de Patrimonio Natural, carta topográfica de Limoncocha y Cartografía SIG.

Se encontró que el Río Napo alimenta a la laguna Limoncocha por inundaciones ya que entre estos dos cuerpos de agua existe una buena parte de territorio que es susceptible a inundaciones (color verde), mientras que el restante está inundado (color celeste). Se puede observar que por la parte nororiental del río Napo existe una conexión entre cuerpos de agua, este sector esta inundado prácticamente todo el año y cuando el Río Napo crece los espacios de color verde son susceptibles a inundarse y de esta manera alimenta a la laguna, encontrándose el aporte de agua desconocido en la misma.

De igual manera en la prospección de terreno realizada se puede constatar que en la mayoría del transecto realizado se observó la presencia de agua con un ligero movimiento con dirección hacia el caño.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.9.3 *Mapa DEM 90*

En el siguiente mapa se puede observar que la Laguna Limoncocha y la Laguna Negra fueron en algún momento parte del Río Napo, ya que se ve que están dentro de un meandro del río Napo y que al pasar el tiempo fue separándose por distintas razones hasta quedar en tres diferentes cuerpos de agua.

Imagen 6: Mapa DEM 90



Elaborado por: Julio Carrera, 2013

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 3.2.10 Discusión acerca del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha

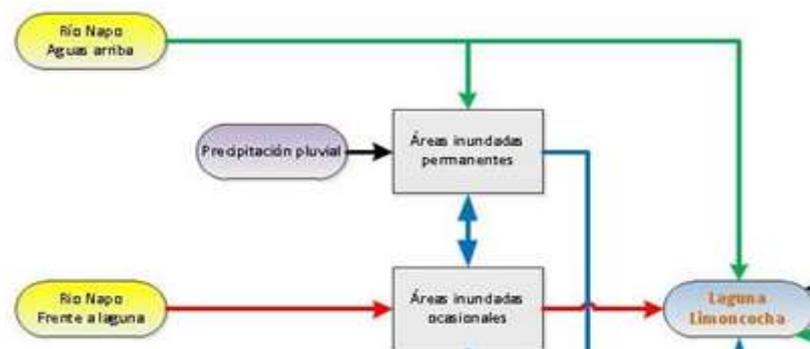
Con todos los resultados obtenidos y usando el Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha, se ha dividido al sistema en tres partes para poder analizar y verificar si dicho modelo funciona.

Imagen 7: Formas de conexión de los cuerpos de Agua.



Elaborado por: Fabio Villalba, 2013, Comunicación personal

Imagen 8: Parte1 del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha



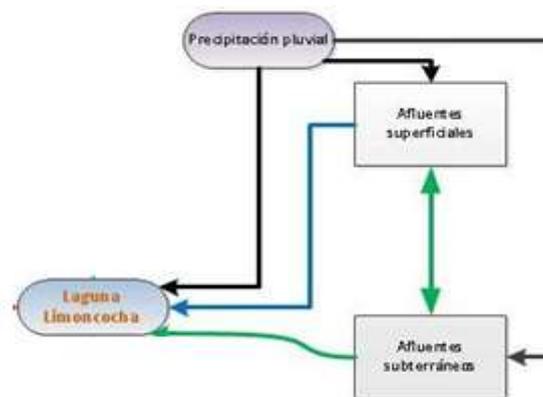
Elaborado por: Fabio Villalba, 2013, Comunicación personal

La primera parte corresponde a la alimentación de la laguna por parte del Río Napo, esto es, aguas arriba y río Napo frente a la laguna. Se puede observar que el Napo aguas arriba alimenta a la laguna por un flujo subterráneo, pero según el mapa de inundaciones realizado en la presente investigación se determinó que también existe un aporte de caudal producto de inundaciones, mismas que provienen de un punto de conexión entre la laguna limococha, el río Napo y la laguna negra.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Por la parte del Río Napo al frente de la laguna se cumple con lo que esta propuesto ya que en la prospección de terreno se observó que a causa de las inundaciones se formó un cuerpo de agua que llegaba al caño de la laguna.

Imagen 9: Parte 2 del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha

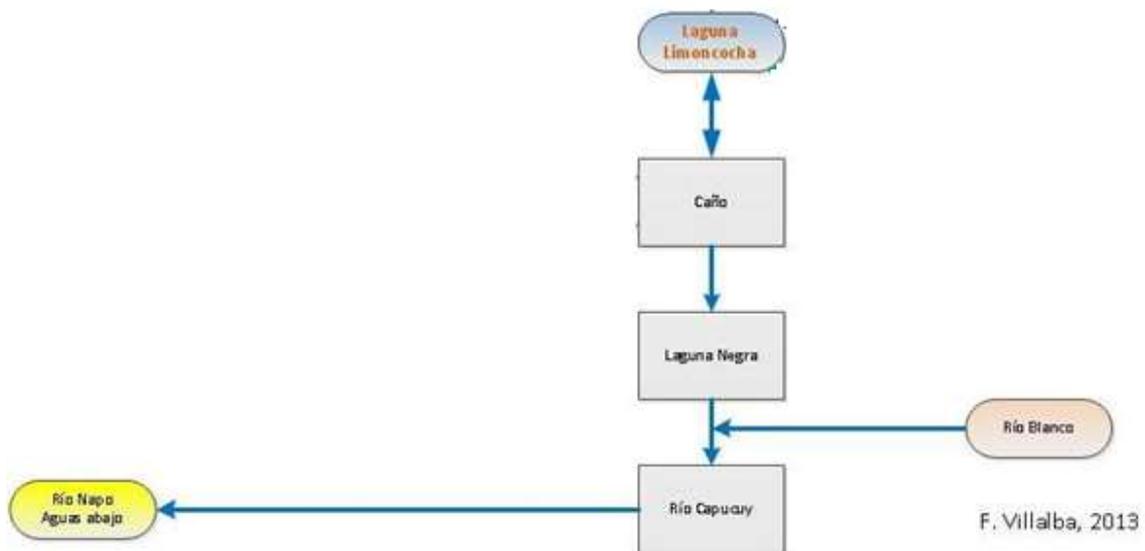


Elaborado por: Fabio Villalba, 2013, Comunicación personal

La segunda parte corresponde a la alimentación de laguna por precipitación que según los datos de isotopos estables se encuentran sobre la línea meteórica mundial, y afluentes subterráneos y superficiales de agua. Aquí se comprueba lo que se dice ya que dentro de los afluentes se encuentran las vertientes y ríos Pishira y Playayacu que ya son conocidos.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

Imagen 10: Parte 3 del Modelo Conceptual del Sistema Hídrico de la Reserva Biológica Limoncocha



Elaborado por: Fabio Villalba, 2013, Comunicación personal

La tercera parte corresponde a la entrada y salida de agua por el Caño, en la imagen se observa que se cumple con la alimentación y el reflujos de agua en este punto, pero no se evidencia que una buena parte del aporte que ingresa proviene de inundaciones aguas arriba del río Napo y/o por inundaciones de terreno.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 4 DISCUSIÓN

### 4.1 Conclusiones

- Las formas de relación de la Laguna Limoncocha con el Río Napo son las siguientes:
  - Isotópicamente.
  - Por Inundación.
  - Por alimentación de un cuerpo de agua desconocido.
- Las vertientes, precipitaciones, ríos y puntos de la laguna prácticamente están sobre la línea meteórica mundial, las de precipitaciones y vertientes tiene una carga con mayor concentración de isotopos estables, pueden venir de aguas evaporadas de lagos; mientras que el caño, los ríos y la laguna están un poco más alejadas ya que su carga de isotopos estables tienen menor concentración y pueden ser de aguas montañosas y zonas continentales.
- Los datos de isotopos estables del Río Napo tienen los valores más cercanos a los de la laguna, es decir que ambos cuerpos de agua tienen una composición isotópica muy similar, por ello se puede concluir que la laguna Limoncocha y el Río Napo tienen el mismo origen de agua.(Isotópicamente los valores más cercanos son los del Río Napo)
- Una vez realizada la prospección en terreno se comprobó que existe un cuerpo de agua proveniente de las inundaciones que alimenta a la laguna, tiene un movimiento lento y va en sentido noroeste desembocando cerca de del punto 3(Caño).
- Según el mapa de inundaciones se puede observar que la zona tiende a inundarse o ya está inundada.
- Según el mapa de inundaciones el Río Napo alimenta la Laguna Limoncocha y a la Laguna Negra por una inundación permanente ubicada al noroeste de tal Río.
- La Laguna Limoncocha y la Laguna Negra fueron parte del meandro del Río Napo, lo que significa que estos tres cuerpos de agua tienen la misma composición y origen.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

- En los diagramas ombrotérmicos se observó que los meses de mayor precipitación van de Enero a Agosto, relacionando estos resultados con los meses de mayor caudal en todos los puntos de muestreo que son Julio y Agosto, es decir, que en este período es cuando se da la mayor alimentación a la laguna por inundaciones.
- Enero, Abril y Mayo también tienen valores altos de caudal y están dentro de la temporada de mayor precipitación, por lo tanto se puede deducir que en estos meses también existe una importante alimentación de agua por inundación proveniente del Río Napo a la laguna.
- El pH de la laguna tiene un comportamiento básico mientras que en los Ríos y vertientes se observa un comportamiento neutro ligeramente básico. En ambos casos se puede concluir que no existe contaminación ya que en la mayoría de los puntos muestreados el rango de pH se encuentra entre 6 y 9.
- Gracias a los resultados obtenidos en el cálculo del déficit de oxígeno se pudo concluir que la laguna está sobresaturada de oxígeno debido a que en los tres puntos de la laguna se ha presentado sobresaturación, los puntos 1 y 2 tienen valores altos mientras que en el punto tres los valores descienden pero se mantiene el mismo comportamiento.
- Los valores de oxígeno disuelto en la parte superficial de la laguna son relativamente elevados, y están asociados a la alta producción primaria.
- Los valores de conductividad en los ríos y vertientes son mayores a los que corresponden a los 3 puntos de la laguna.
- Mientras la profundidad Secchi aumenta las concentraciones de Fósforo Total disminuyen, esto puede ser ocasionado por la producción primaria que se genera en la laguna debido a la disponibilidad de nutrientes.
- Los valores de nitratos en el punto Instituto son muy altos en comparación a los de ríos y laguna, la razón para este comportamiento es que en este punto existen varias actividades antropogénicas, como el lavado de ropa, la descarga de aguas negras, entre otras.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 4.2 Recomendaciones

- Contar con todos los permisos requeridos por el Ministerio del Ambiente al momento de realizar los muestreos planificados, ya que en el presente proyecto no se pudo obtener datos en los meses de febrero y marzo.
- Realizar muestreos nocturnos, en los mismos puntos ya determinados, para realizar una comparación con los datos obtenidos, ya que solo fueron registrados en jornada diurna.
- Se recomienda hacer una prospección en terreno por el Río Napo hacia la laguna por otra vía a la ya establecida para observar si en distintas zonas el comportamiento de inundación es el mismo.
- En una de las salidas de campo realizadas a Limoncocha los habitantes nos comentaron que una tubería de aguas negras estaba rota y que estaba descargando directamente hacia la Laguna, se recomienda realizar un análisis de cuanto puede estar afectando a la calidad de agua de la laguna.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- (Agua y Sig, 2010) *Aplicación de los Isotopos Ambientales en Hidrogeología*. Recuperado el 18 de setiembre del 2012, de [www.aguaysig.com](http://www.aguaysig.com)
- (USGS. EPA. 2004) *La Ciencia del Agua*, disponible en <http://water.usgs.gov/gotita/earthswuse.html>
- Andrade, S. (2001). *Caracterización Limnológica de la Laguna de Limoncocha*. Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Ayala, H. (2003). *Caracterización limnológica de la laguna de Limoncocha e identificación de las características hidrológicas*. Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Baird, C. (2004). *Química Ambiental*. España, Barcelona, University of Western Ontario. Editorial Reverté, S.A.
- Bello, M.; Pino, M. (2000). *Medición de presión y caudal*. Chile: Centro regional de investigación Kampenaike Ministerio de Agricultura.
- Cole, G. (1988). *Manual de limnología (Primera ed.)*. Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur.
- Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional. (1999). *Sistemas Geodésicos*. (1era. Edición). Argentina.
- Craig, H. *Standards for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters*. En: Science Volumen 133 no. 3467 (Junio de 1961). p. 1833-1834.
- Dansgaard, W. *Stable isotopes in precipitation*. En: Tellus Volumen 16, Issue 4(Noviembre, 1964). p. 436-468.
- De la lanza et al. (1999). *Diccionario de hidrología y Ciencias Afines*. Plaza y Valdez Ediciones.
- ECOLAP y MAE. 2007. *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- Elmore, H.L. and T.W. Hayes, 1960. *Solubility of atmospheric Oxygen in Water*. Twenty- Ninth Progress Report of the Committee on Sanitary Engineering Research. Journal Sanitary Engineering Division, ASCE, Vol. 86, SA4, 41.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

- Fraume, N. (2007) *Diccionario Ambiental*. Colombia: ECOE Ediciones.
- García, J. G. D. A. (2008). *Los diagramas bioclimáticos*. México: Autor.
- Gómez, J. (2003). *Diagnóstico del estado trófico de la laguna de Limoncocha y determinación de la calidad del agua del sistema Hídrico de la zona de Limoncocha*. Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Granizo, F. (2011). *El estado trófico de la laguna de Limoncocha*. Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Hach Company. 1999. DR/4000 *Spectrophotometer Procedures Manual* (Novena Edición). USA.
- Hach Company. 2005. DR/2800 *User Manual* (Primera Edición). USA.
- Herráez, Isabel. *Relaciones isotópicas, oxígeno-18 y deuterio, entre las aguas superficiales y subterráneas*. En: ALCORLO, Paloma et al. *Técnicas y aplicaciones multidisciplinares de los isótopos ambientales*. UAM ediciones, Madrid 2008. p. 25-43
- Hijmans et al.(2005). *World Climate Data*. Recuperado el 15 de julio del 2013, de [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)
- <http://www.viajandox.com/sucumbios/reserva-biologica-limoncocha-shushufindi.htm>
- IAEA/UNESCO. *Environmental isotopes in the hydrological cycle - Principles and applications*. Edited by W.G. Mook. Volumen I to VI. International Hydrological Programm. V Technical Documents in Hydrology. No. 39. UNESCO, Paris, 2001. 595 p.
- Martínez, P. et al.(2006). *Fundamentos de Hidrogeología*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Melendo et al. (2002). *Manual de Técnicas de Montaña e Interpretación de la Naturaleza*. España: Editorial Paidotribo.
- Mook, W. (2001). *Isotopos ambientales en el ciclo hidrológico: Principios y Aplicaciones*. España: Instituto geológico y minero de España.
- Ortiz, J. (2012). *Estado Trófico de la laguna de Limoncocha en base a los índices de CARLSON y LACAT*. Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.

# COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE LA LAGUNA LIMONCOCHA Y SU RELACIÓN CON EL RÍO NAPO

- Peñaherrera, D. (2010). *Estudios sobre el estado trófico actual de la laguna de Limoncocha*. Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Pombosa et al. (2006), *Monografía de la Cuenca del Río Napo en su parte Ecuatoriana*. Ecuador.
- Revelo, G. (2012). .Tesis de Grado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Rivera, C. et al. (2005). *Comparación de la estimación de la clorofila mediante los métodos Espectrofotómetros y Fluorométricos*. Acta colombiana, Vol.10.
- Roldán, G., Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (Segunda Ed.) Colombia, Antioquía: Universidad de Antioquía.
- Sánchez, F. (2010). *Geodesia y Cartografía: Los conceptos y su aplicación práctica*. EOSGIS S.L.
- Sawyer et al. 2001. *Química para ingeniería ambiental*. (Cuarta Ed.). Colombia: McGraw-Hill.
- Subsecretaría de Patrimonio Natural. (2013), *Modelo de Regímenes de Inundación para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental*. Proyecto Mapa Vegetación. Ecuador.
- Villalba, F., Revelo, G. (2012). *Morfometría e Hidrología de la laguna Limoncocha*. Ecuador: Uisek

## 6 Anexos

### ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS



Toma de puntos GPS, en el inicio del Transecto Limoncocha.



Medición de Profundidad del río Pishira



Río Pishira



Medición de Parámetros “in situ” en el río Pishira.



Medición de Parámetros “in situ” en el río Playayacu.



Medición de parámetros “in situ” en la laguna



Medición de Profundidad y velocidad en el río Playayacu.



Medición de parámetros "in situ" en la laguna



Medición de disco Secchi



Etiquetado e Identificación de muestras obtenidas



Milipore HA (Poros de 0,45um y 47 mm de diámetro)



Espectrofotómetro HACH



Cooler para muestras de Agua.



Phosphorus TNTplus, LR Reactive and Total



Nitrate TNTplus, LR 835



Análisis de nitratos y fósforo Total