



**Universidad Internacional SEK**  
**Facultad de Ingeniería Ambiental**

## **Caracterización limnológica de la Laguna de Limoncocha e identificación de las características hidrológicas básicas de la zona de Limoncocha**

Pamela Ayala Hinojosa

Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Internacional SEK, Campus

Juan Montalvo, Francisco Compte y Cruz de Piedra

Quito, Ecuador

---

### **Resumen:**

Este estudio abarca primeramente la caracterización de Laguna de Limoncocha en relación a algunos parámetros limnológicos relevantes en su comportamiento para el período comprendido entre los meses de julio y enero, fundamentalmente en relación a su comportamiento térmico. Se realizaron seis monitoreos en campo, de los cuales dos comprenden una caracterización de la Laguna en un tiempo de veinticuatro horas. Los resultados obtenidos en esta tesis continúan y amplían el monitoreo realizado en el 2001 (Andrade S, 2001)<sup>1</sup>. En segundo término, se analizó el balance hídrico de la zona de Limoncocha involucrando a todos los cuerpos hídricos superficiales y subterráneos presentes en la zona, incluyendo el Río Napo

---

---

<sup>1</sup> ANDRADE, S; 2001. Tesis de Grado: “Caracterización Limnológica de la Laguna de Limoncocha”. Universidad Internacional SEK, Quito- Ecuador.

## 1. Introducción:

La Laguna de Limoncocha constituye un escenario ecológico único catalogado como Reserva Biológica dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Se encuentra ubicada sobre la margen izquierda del río Napo, con cuya cuenca está asociado todo el sistema lacustre de la zona.

Debido a la naturaleza de este espacio, la realización de estudios científicos que permitan conocer más a fondo el ecosistema y la interrelación de sus componentes, es primordial.

En el Ecuador y en Sudamérica, la información sobre estudios limnológicos tanto de la amazonía como en otras regiones, es escaso, por lo que, este estudio amplía los conocimientos en este campo. Se enfoca primeramente en la perspectiva limnológica de la Laguna de Limoncocha en base al monitoreo y análisis de una serie de parámetros físicos del agua como la conductividad, pH, OD, turbidez,

profundidad Secchi, temperatura. Estos fueron relacionados con las condiciones ambientales como por ejemplo patrones de circulación, clima, entre otros. Debido a que el Ecuador se encuentra en la zona Neotropical caracterizada por lagos polimícticos calientes en los que la estratificación térmica es muy débil, se concedió una importancia significativa al estudio del comportamiento de la Laguna con respecto a sus condiciones de estratificación térmica

Por otro lado, se analizan las condiciones hídricas básicas de la zona de Limoncocha tomando en cuenta el aporte tanto de aguas superficiales como subterráneos entre la Laguna de Limoncocha y el Río Napo considerados en su balance hídrico.

Para esto se realizó el monitoreo en ocho vertientes de considerable importancia en la zona y de los ríos Napo, Playayacu, Pishira y SEK.

## 2. Metodología de Trabajo:

Se realizaron seis salidas al campo de una duración de cuatro días aproximadamente en los meses de Julio, Agosto, Noviembre, Diciembre (2002), Enero y Febrero (2003). Para la ubicación geográfica de todos los puntos de muestreo se utilizó el GPS (Geographic Position System) con referencia en la carta topográfica de la zona.

Los sitios de muestreo en los ríos Playayacu (Lat 00° 23'02" S, Lon 76°36'13" O) y Pishira (Lat 00° 23'35" S, Lon 76°36'54" O) fueron situados con referencia a la tesis realizada por Santiago Andrade para dar continuidad a sus resultados. En cuanto al río "SEK"

(Lat 00° 24' S , Lon 76°37'25" O) se ubicó un punto de muestreo de acuerdo a la influencia que pudiese generarse como aporte a la laguna y por su facilidad de acceso, denominándolo así debido al desconocimiento de registros históricos del mismo.

En la Laguna, se ubicaron en línea transversal media, cuatro puntos representativos: Frente al Muelle (Lat 00° 24'29" S, Lon 76°37'08" O), Centro de la Laguna ( Lat 00° 24'05" S, Lon 76° 36'45" O) Frente a la salida del Río Pishira ( Lat 00° 23'23" S, Lon 76° 36'14" O ) y Canal de Salida (Lat 00° 23'20" S, Lon 76° 35'51" O)

Las vertientes fueron seleccionadas para este estudio de acuerdo a su representatividad en cuanto a cantidad y calidad del agua, usos de la comunidad y facilidad de acceso. Los muestreos fueron realizados en los afloramientos directamente.

Para el monitoreo tanto en la laguna como las vertientes y ríos se utilizó la sonda HORIBA.

Así, en la Laguna se obtuvieron los parámetros físicos del agua en diferentes niveles: superficial, un metro, un metro y medio y dos metros en los puntos seleccionados, sumergiendo el cable del equipo a estas profundidades.

La profundidad Secchi fue determinada en todos los puntos de muestreo en la Laguna con la utilización del disco Secchi. Estos datos nos permitieron ubicar la zona eufótica.

En las vertientes se utilizó del mismo modo la sonda HORIBA para realizar las lecturas de los parámetros físicos del agua. Se determinó el caudal por el método volumétrico en el afloramiento de aquellas vertientes donde fue posible obtener una medida directa y el método área-velocidad en los cauces de salida de las restantes.

Las vertientes en estudio fueron seleccionadas por su facilidad de acceso y representatividad dentro de la comunidad y como aporte hídrico a la Laguna de Limoncocha. Éstas son : IPIB (Lat 00° 24'16" S, Lon 76° 37'09"

O), "Agua Potable" (Lat 00° 24'49" S, Lon 76° 37'25" O) "Pachakutik" (Lat 00° 24'51" S, Lon 76° 37'28" O), "Desague" (Lat 00° 24'34" S, Lon 76° 37'18" O) "Puesto Militar", "Agustín" (Lat 00° 24'07" S, Lon 76° 37'06" O), "Augusto" (Lat 00° 24'15" S, Lon 76° 37'09" O) "Estación SEK (Lat 00° 24'23" S, Lon 76° 37'14" O)

El aforo de caudal en los ríos, se realizó con el fin de determinar su aporte en la Laguna de Limoncocha. Para obtener un valor promedio significativo se realizaron seis monitoreos en el período agosto 2002- febrero 2003. El método elegido fue el de Área- Velocidad. Para los ríos Playayacu y "SEK" y algunas vertientes se calculó el área considerando la profundidad media del cauce, no así en el río Pishira que presenta mayor profundidad en el que se determinó el área por el método del trapecio que consiste en seccionar un área transversal representativa del río formando figuras individuales para calcular el área total. La velocidad se calculó en base al método del flotador cronometrando el tiempo que demora éste en recorrer una distancia seleccionada.

Para el estudio hidrológico se analizó la Morfometría de la cuenca así como el uso del método racional para la determinación del aporte de caudales en la cuenca hidrográfica

### 3. Resultados:

La profundidad Secchi se encuentra en promedio a 0,50 m. Los valores de turbidez varían en un rango de 30 a 40 FTU durante el período de muestreo. Con los datos de profundidad Secchi se obtuvo una zona fótica ubicada hasta los 1,35 m.

El punto más representativo es el "Centro de la Laguna" en el cual no se observó una diferencia marcada en el

comportamiento de la concentración diaria de oxígeno. Durante los monitoreos de 24 horas realizados en febrero y agosto, se observó que tanto a nivel superficial como a 0,50 m se presenta un descenso desde las 16:50 ( 10,23 y 9,4 ppm) hasta la 1: 45 ( 6,34 y 6,37 ppm) donde hay una ligera recuperación hasta aproximadamente las siete de la mañana en que vuelve a

descender levemente y conforme avanza la mañana asciende hasta llegar a valores de concentración alrededor de 12 a 14 ppm en la tarde hasta las 18:00. A profundidades de 1 y 1,50 m la tendencia del comportamiento es el mismo sin embargo, se observa una mayor oxigenación en el mes de febrero con valores entre 4 y 14 ppm. Para el mes de agosto se registran valores entre 0,8 y 5,28 ppm a 1,50 m y entre 3,15 y 7,74 ppm a 1m de profundidad. En el mes de agosto se registran valores a 2,00 m manteniéndose las mayores concentraciones de oxígeno desde la tarde (16:50) hasta la noche (23:55) con un descenso durante toda la madrugada con valores entre 0,12 y 0,36 ppm. Se debe resaltar que tiende a un comportamiento anóxico.

En cuanto a estratificación térmica en el monitoreo realizado en el mes de agosto se observa una condición prácticamente de mezcla desde la superficie hasta los 2 m de profundidad con un enfriamiento de todo el cuerpo de agua en 1° C para un período de 11 horas (16:50-10:10). La estratificación se inicia a partir de las 10:10 hacia la tarde con una diferencia de hasta 2° C entre la superficie y 2 m. En el mes de febrero se observa un estado de mezcla hasta 1,50 m de profundidad en el período 17:50- 9:15, luego se observa una estratificación marcada con una diferencia de 1,5 °C entre la superficie y 1,50 m de profundidad.

En las gráficas que describen el comportamiento del OD en la Laguna en su conjunto se puede observar que para el mes de agosto a nivel superficial hay un ligero descenso de concentración entre las 17:00 y 8:00, produciéndose un incremento a partir de esa hora hasta las 18:00. Los niveles de oxigenación en el mes de febrero superan a los de agosto pero se comporta del mismo modo. A 0,50 m de igual modo la oxigenación es mayor en el mes de febrero produciéndose una

desoxigenación en el período 17:00 y 08:00 con una reoxigenación máxima hasta las 15:00 donde vuelve a haber una caída en el nivel de OD. A 1 m tanto para el mes de agosto como febrero se presentan niveles de oxigenación irregulares durante las 24 horas tendiendo a encontrar los valores más bajos en la madrugada. A 1,50 m en los dos monitoreos se encontraron grandes variaciones entre el día y la noche produciéndose de igual manera un mayor descenso en horas de la madrugada. Se observa también que en el mes de febrero las fluctuaciones son menores y hay mayor nivel de oxigenación a esta profundidad que en agosto. A 2 m de profundidad se presenta una mayor variación en cuanto a la concentración de OD, los picos mayores están al inicio de la noche es decir a las 18:00 y, al fin de la madrugada 05:00 y en la mañana a las 10:00.

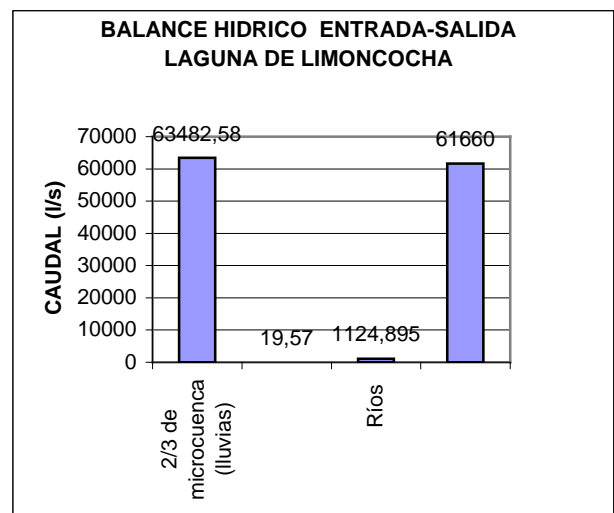
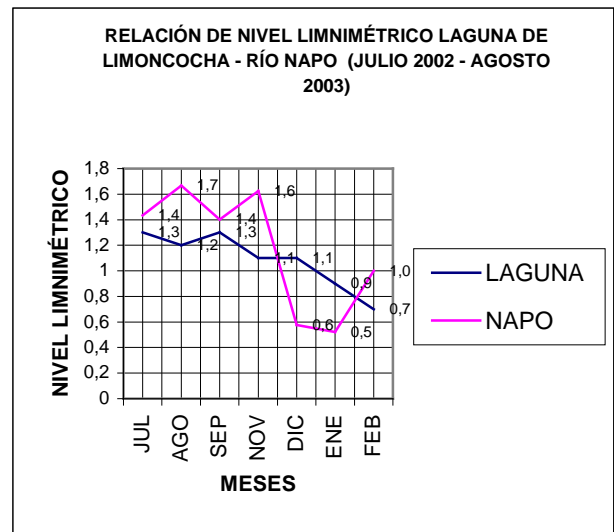
El mes de Julio ubica a la termoclina a 1 m de profundidad con una variación de temperatura entre la superficie y 2 m de 3° C. No así en el mes de agosto en que se encuentra a 0,50 m con una gradiente de 1,25 °C y también en noviembre con 1,3 ° C entre la superficie y 2m. En diciembre la termoclina se ubica a 1,50 m con un gradiente de 3,5 °C al igual que para el mes de enero con un gradiente de 2,3 °C. Para febrero se ubica a aproximadamente 1 m con una diferencia de 2,1 °C.

Con respecto al pH, en el mes de julio se puede observar que mantiene un descenso casi vertical a medida que aumenta la profundidad con valores en la superficie 8,69 y a los 2 metros 6,48. En agosto incrementa entre la superficie (8,62) y los 0,50 metros de profundidad (9,92), a partir de este punto vuelve a descender llegando hasta los 2 metros a un pH de 8,63. Para el mes de noviembre mantiene un descenso casi vertical a medida que aumenta la profundidad con un valor a nivel

superficial de 8,33 y a los 2 m 6,55. En diciembre el pH se mantiene estable entre la superficie y los 0,50 metros con 8,8, a partir de este punto desciende hasta 7,6 a los 1,50 metros manteniéndose hasta los 2 metros. Enero registra un descenso casi vertical de pH entre la superficie (8,83) y la máxima profundidad (7,13). Por último, para el mes de febrero, el pH de la laguna desciende entre la superficie (9,3) y 1 metro de profundidad (8,3) punto en que aumenta ligeramente hasta los 1,50 metros (8,5). En cuanto al nivel limnimétrico de la Laguna se observa que hay un descenso en el mes de agosto (1,2 m) hasta el mes de febrero que registra un valor de 0,7 m. Por el contrario, el río Napo presenta un ascenso en su nivel para agosto (1,7 m)

En cuanto al aporte hídrico de los ríos hacia la Laguna se puede observar que la mayor contribución proviene del río Pishira con un caudal de 1077,50 l/s seguido por el Río Playayacu 19,625 l/s y Río SEK con 27,77 l/s. En la siguiente gráfica se aproxima un aporte de dos tercios de la cuenca hacia la laguna en relación a la precipitación y escorrentía de acuerdo con la morfometría de la cuenca, estimándose un caudal de 63482,58 l/s. La contribución de los ríos es de alrededor de 1124,895 l/s y de vertientes 19,57 l/s.

y en febrero desciende a 1 m que supera también el nivel registrado en la Laguna.



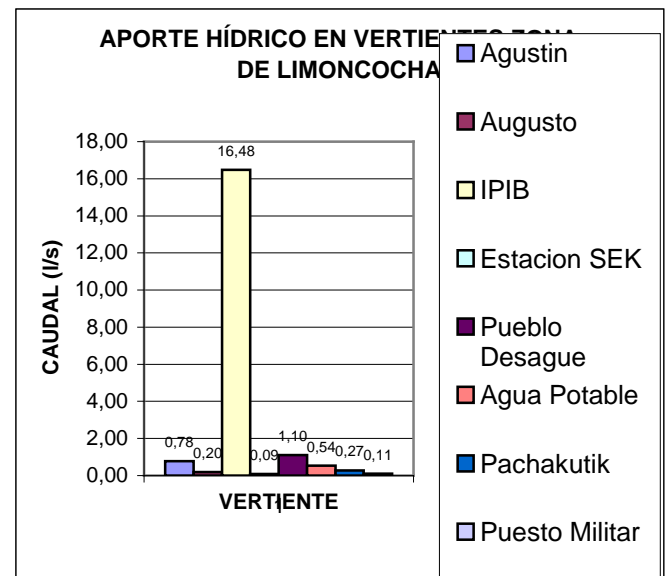
Con relación al aporte de vertientes IPIB registra la mayor tributación con un caudal promedio de 16,48 l/s.

El afloramiento de las vertientes expuestas en el anterior cuadro podría establecer una relación con la zona de saturación a la que se encuentra la capa de aguas subterráneas.

En algunas de ellas la salida de de agua coincide con la altura a la que se encuentra el espejo de aguas de la Laguna por lo que puede haber un aporte hacia la Laguna a este nivel y presumiblemente puede haber otros afloramientos por debajo del agua que se encuentren alimentando a este cuerpo de agua.

#### 4. Conclusiones:

En relación a la clasificación de los lagos, podría otorgársele a la Laguna de Limoncocha características de una ciénega (lago polimíctico tropical) de origen fluvial tipo III que corresponde a las ciénegas simples conectadas a un río de modo directo. La conexión estaría establecida entre el río Napo y la Laguna atravesando el canal que pasa por Yanacocha hasta llegar a la Laguna de Limoncocha. Las características descritas en el marco teórico describen completamente a la Laguna y esto podría relacionarse con la estratificación débil en algunas épocas del año. De acuerdo con la caracterización Limnológica de la Laguna realizada en 1991, se observó que ésta presenta estados de estratificación y mezcla durante el año. Al analizar las gráficas en conjunto se puede concluir que durante el año pueden variar los períodos de estratificación indistintamente y puede ser un ciclo irregular con respecto a este fenómeno. Con respecto a los resultados obtenidos se determinan dos períodos bien definidos de estratificación que estarían



comprendidos entre noviembre y febrero iniciándose otro a partir del mes de marzo hasta julio o agosto. En septiembre y octubre puede darse una condición de mezcla. En el mes de agosto la Laguna registra un mayor nivel limnimétrico que en el mes de febrero, de esto, se puede percibir una estratificación térmica mayor en agosto que puede estar influenciada por los regímenes de lluvia no muy altos y menor temperatura ambiente, así como pocos vientos en la noche y patrones de circulación.

Las variaciones diarias de temperatura indican también etapas de estratificación y mezcla entre el día y la noche siendo distintas para el mes de agosto y febrero. Así, en febrero se presentan varios ciclos de estratificación: entre las 16:20 y 1:10 se observa una estratificación más débil debido al enfriamiento del cuerpo de agua durante la noche. La siguiente etapa se inicia en la mañana y otro más marcado a partir del medio día hasta avanzada la tarde. En relación con la profundidad Secchi se determinó que la

zona fótica se extiende hasta 1,35 m aproximadamente, y la termoclina en promedio estaría ubicada a 1m. Se podría concluir que el paso de la luz hasta esa profundidad permite el mayor calentamiento de las capas superiores de agua. Podríamos establecer además una divisoria a esta altura entre el epilimnio y el hipolimnio a nivel general de la laguna. Los niveles de turbidez en el Canal de Salida son mayores posiblemente por los patrones de circulación del agua, así como la reoxigenación podría ser mayor. A pesar de la poca profundidad que presenta la Laguna, no todo corresponde a la zona fótica lo que puede deberse a su coloración verde que interfiere en el paso de luz.

Se debe además establecer una relación entre el comportamiento del pH respecto a la profundidad observándose una disminución del mismo a profundidades mayores que podría deberse a una mayor concentración de CO<sub>2</sub> por la reducida fotosíntesis a estas profundidades. La formación de ácido carbónico estaría causando la disminución del pH. Los niveles de oxígeno tienden a disminuir en horas de madrugada esto se debe a la baja productividad primaria es decir actividad fotosintética y a la degradación de materia orgánica que incrementa la demanda de oxígeno disminuyendo sus niveles principalmente a profundidades de 1 a 2 metros. Al iniciarse el día vuelven a incrementarse los niveles de oxígeno debido a la presencia de luz que permite que se realice el proceso normal de fotosíntesis. De acuerdo con el balance

hídrico de la Laguna se estableció que el aporte que recibe de la cuenca, ríos y vertientes supera al caudal de salida, esto puede estar ocasionado por posibles infiltraciones en los acuíferos de la zona, pérdidas por evapotranspiración y evaporación, entre otros. Podría deberse además a un error de cálculo en los caudales de salida de la Laguna y al cambio climático global.

Al observarse la relación entre los niveles limnimétricos de la Laguna y el río Napo se puede observar que al incrementar los niveles del río coincidencialmente disminuyen los de la Laguna. De acuerdo a la carta topográfica la Laguna se encuentra en un mayor nivel sobre el nivel del mar que el Río Napo por lo que podría constituirse la Laguna en un drenaje de la cuenca hacia el río, conservándose cantidades considerables de agua en la Laguna debido a su morfología y características de depósitos geológicos, así como a los ciclos de precipitación.

Las vertientes monitoreadas se encuentran en la margen izquierda de la Laguna ubicadas en cotas más altas que su espejo de aguas. Estas posiblemente reciben el aporte de ríos como el río Pishira, Jivino, Capucuy , Itaya ,entre otros que forman parte del sistema hidrológico de la zona .Los parámetros físicos obtenidos durante los seis meses de monitoreo, son semejantes a aquellos que caracterizan a la Laguna por lo que se puede concluir que éstas contribuyen directamente a la Laguna e influyen en la calidad de su agua. Así también, la calidad de agua determinada en los ríos fue semejante a la de la Laguna.