



## FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO, BARIO, MANGANESO Y PLOMO EN AGUA, SUELOS Y SEDIMENTOS DE LA RESERVA BIOLÓGICA LIMONCOCHA, CON FINES DE PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN

MARÍA JOSÉ ESTRELLA

# INTRODUCCIÓN

## AGUAY SEDIMENTO



Presentes en el agua influyen en la fauna marina

Algunos no son detectados en la columna de agua, necesaria la evaluación de los sedimentos (Marrugo y Paternina, 2011).

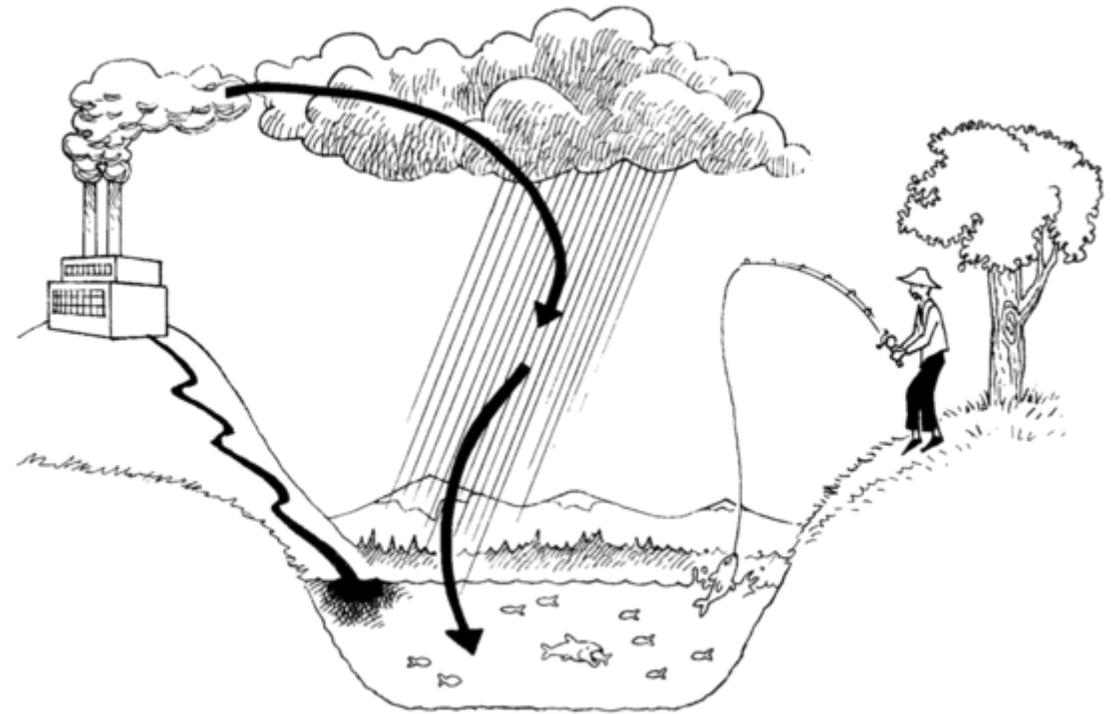
## SUELO



Presentes en concentraciones “niveles de fondo”

Condiciones ambientales y el uso de suelo (movilidad y forma química)

Inmoviliza sustancias tóxicas



Fuente: Hesperian Health Guides

# INTRODUCCIÓN

- Amazonía ecuatoriana ha sido transformada por la actividad petrolera(Sucumbíos y Orellana)
  - Impulso del crecimiento poblacional y de tierras cultivables.
- Reserva Biológica Limoncocha
  - Actividad económica: agrícola, ganadería, silvicultura y pesca.
  - Intervención del bosque para cultivar tierras.
  - Río Jivino, Itaya, Napo, Capucuy e Indillana origen en áreas pobladas.



# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Determinar la concentración de arsénico, bario, manganeso y plomo en aguas, suelos y sedimentos de la Reserva Biológica Limoncocha (RBL) para establecer la línea base 2015 -2017, con fines de evaluación y control

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de As, Ba, Mn y Pb por espectrofotometría de absorción atómica con llama (EAA), espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (EAAG) y generador de hidruros (GH).
- Evaluar los resultados obtenidos de metales pesados con los límites máximos permisibles de la normativa nacional (Acuerdo Ministerial 097) e internacional (Guía de Calidad Ambiental Canadiense).
- Establecer el valor de referencia de fondo geoquímico y compararlo con la mediana de las concentraciones de metales pesados presentes en suelos y sedimentos, para identificar anomalías.

# AREA DE ESTUDIO

**PUNTOS DE MUESTREO AGUAS, SUELOS Y SEDIMENTOS**



Fuente: Estrella (2017)

# METODOLOGÍA TRATAMIENTO



Fuente: Estrella (2017)

## AGUA

Standard Methods for  
the Examination of  
Water and Wastewater

3030 E: Digestión con  
ácido nítrico

## SUELOS Y SEDIMENTOS

EPA 3050 B: Digestión  
ácida de sedimentos,  
lodos y suelos



Fuente: Estrella (2017)

# METODOLOGÍA

## DETERMINACIÓN DE METALES



**Espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito**  
**Gemin AA – GBC Scientific Equipment**

- Bario
- Plomo
- Manganeso en aguas



**Espectrofotometría de absorción atómica con llama**  
**AAAnalyst 200 – Perkin Elmer**

- Manganeso en suelos y sedimentos

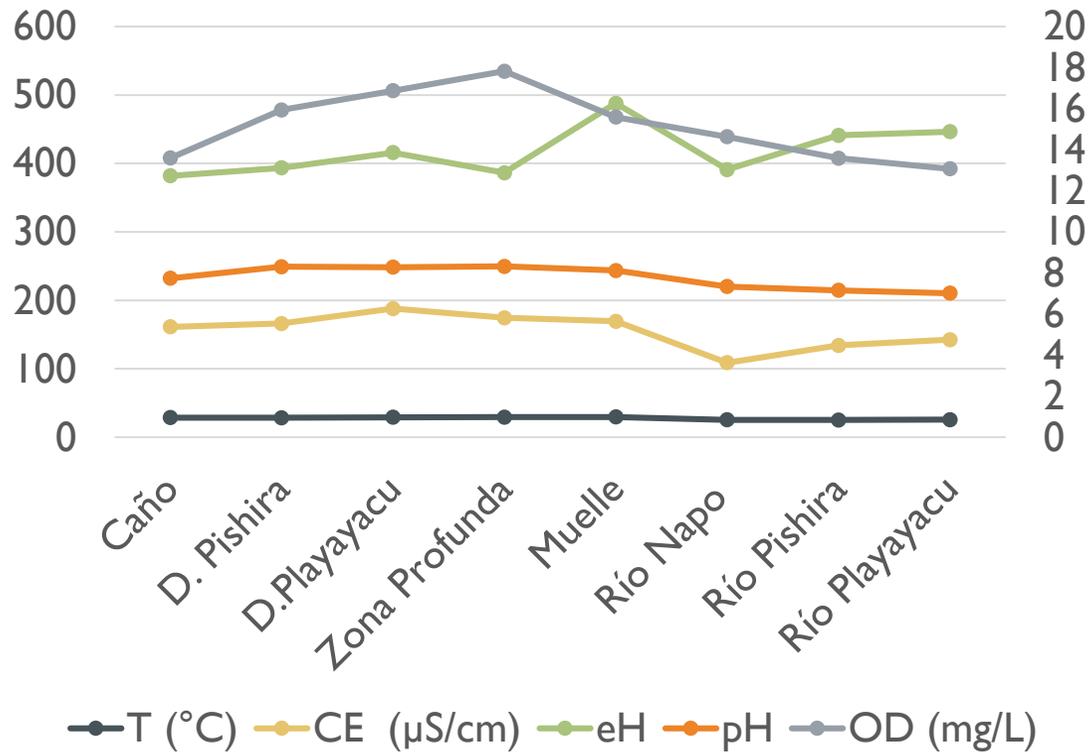


**Generador de hidruros**

- Arsénico

# RESULTADOS

## PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS



Puntos de muestreo	T (°C)	pH	CE (µS/cm)	OD (mg/L)	eH
<b>Caño</b>	28,74	7,74	132,61	5,86	220,53
<b>D. Pishira</b>	28,46	8,30	137,58	7,64	227,55
<b>D. Playayacu</b>	29,02	8,28	158,89	8,59	227,78
<b>Zona Profunda</b>	29,39	8,32	145,15	9,50	211,80
<b>Muelle</b>	29,50	8,12	139,86	7,47	318,58
<b>Río Napo</b>	25,34	7,34	83,62	7,29	281,96
<b>Río Pishira</b>	25,11	7,15	108,99	6,44	306,95
<b>Río Playayacu</b>	25,62	7,01	116,81	6,06	303,89

# FONDO GEOQUÍMICO – SUELOS Y SEDIMENTOS

Elemento (mg/kg)	Pozo Antiguo	Pozo Laguna	Pozo Jivino B	Instituto	Estación	Blanco
As	0,113	0,717	0,044	0,038	0,209	0,197
Ba	24,311	24,327	26,252	23,446	25,913	24,814
Mn	201,2	193,5	190	120	270	315
Pb	0,082	0,068	0,064	0,023	0,058	0,028

 FG

 > FG

Elemento (mg/kg)	Caño	D. Pishira	D. Playayacu	Zona Profunda	Muelle	Río Napo	Río Pishira	Río Playayacu
As	0,899	0,495	0,6	0,822	0,881	1,167	0,195	0,385
Ba	13,636	14,034	34,178	22,287	17,344	8,433	13,945	13,829
Mn	197,45	231,5	153	160	120	155	288	215
Pb	3,9	4,558	4,65	3,275	2,786	2,243	2,481	2,885

# ARSÉNICO\*

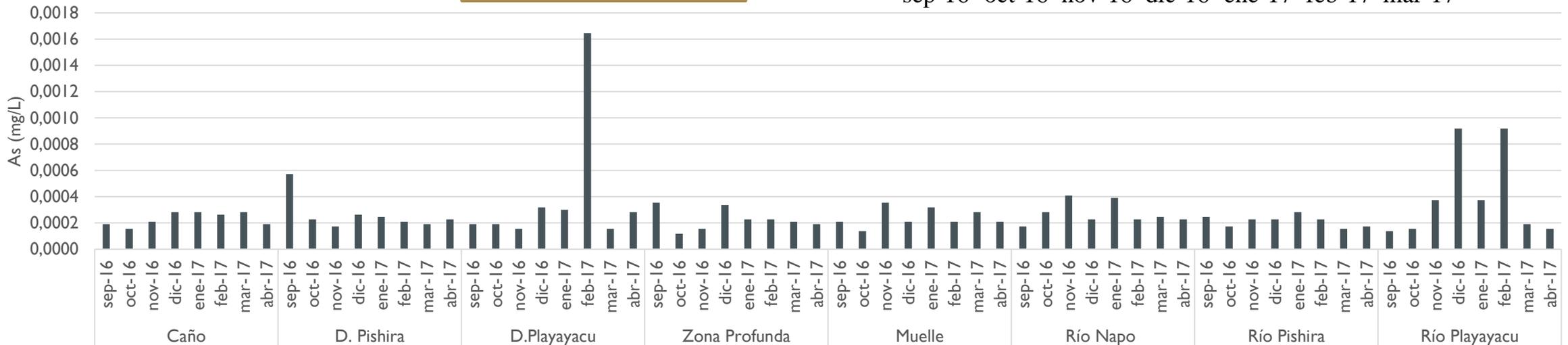
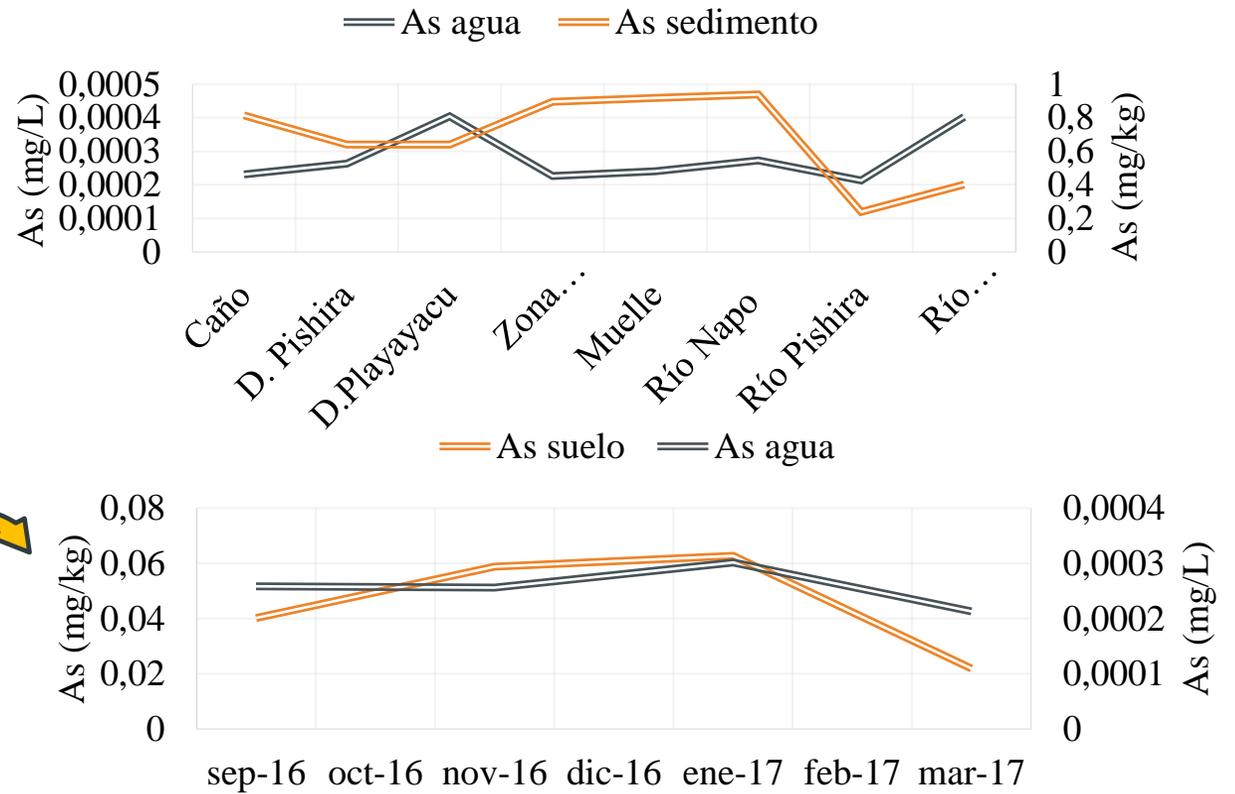
	AM 097	CSQG
AGUA (mg/L)	0,05	-
SEDIMENTOS (mg/kg)	-	5,9
SUELOS (mg/kg)	5	12



No supera la normativa

\* OMS= < 0,01

**DETECTABLE  
2016-2017**



# BARIO

	AM 097	CSQG
AGUA (mg/L)	I	-
SEDIMENTOS (mg/kg)	-	-
SUELOS (mg/kg)	200	750

No supera la normativa

## Cordovéz (1998- 1999)

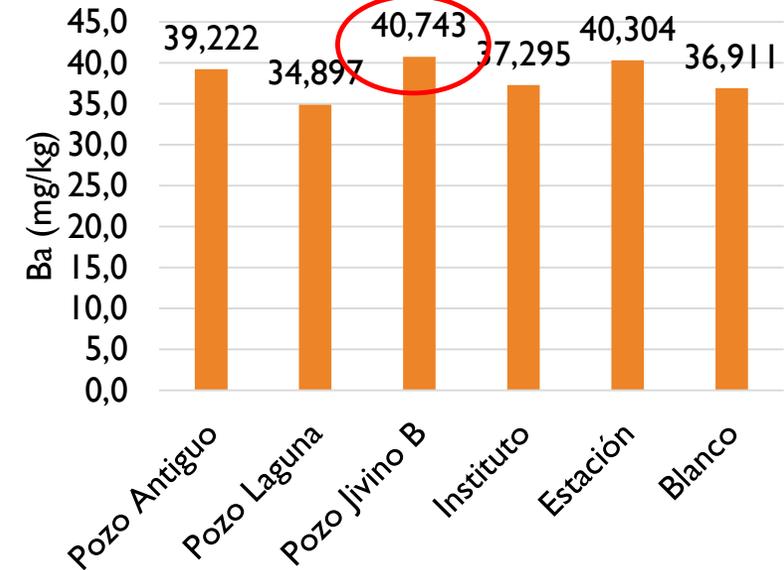
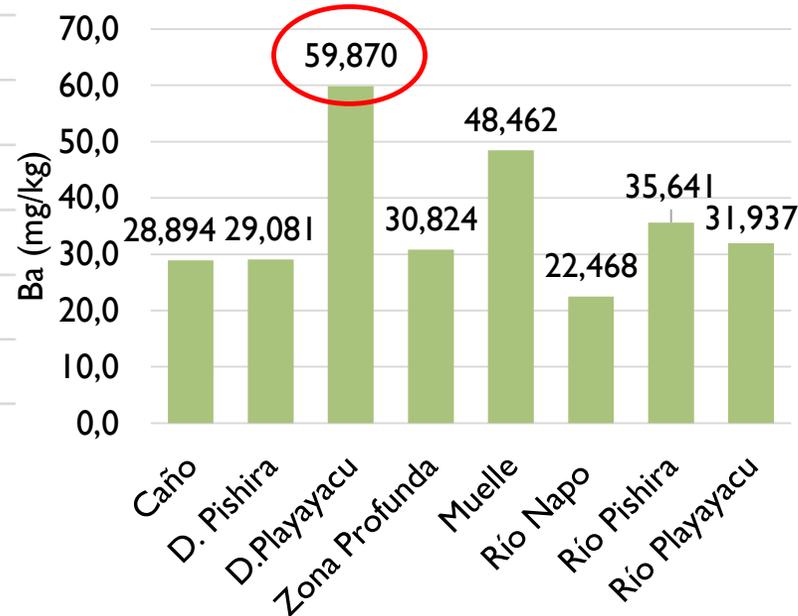
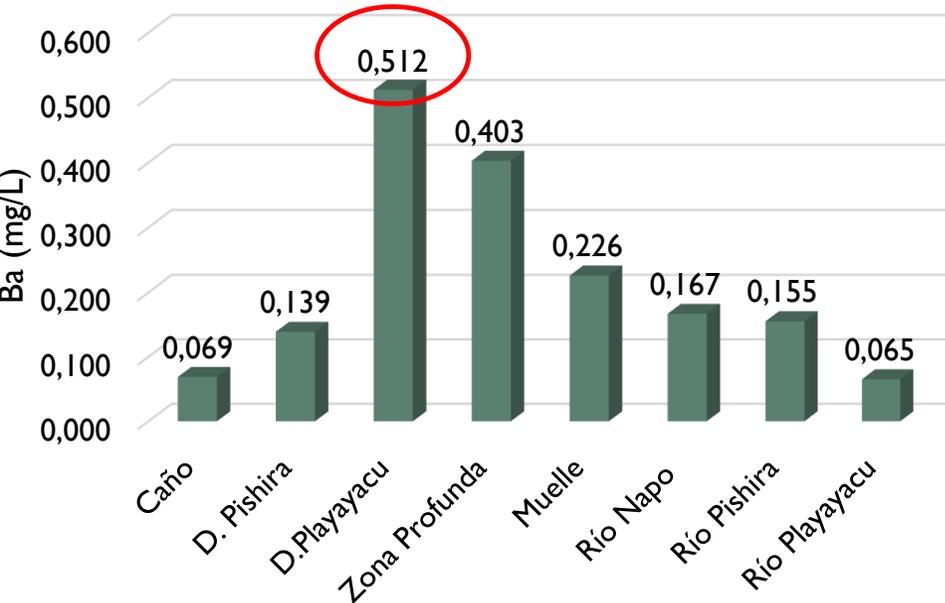
Concentraciones  
MAX en:  
SED=3926,86 mg/L  
SUE=2072,13mg/kg

## Gómez (2005)

Concentraciones  
MAX en:  
AGUA = 3,87 mg/L  
SED = 237,4 mg/kg

## Estrella (2015-2017)

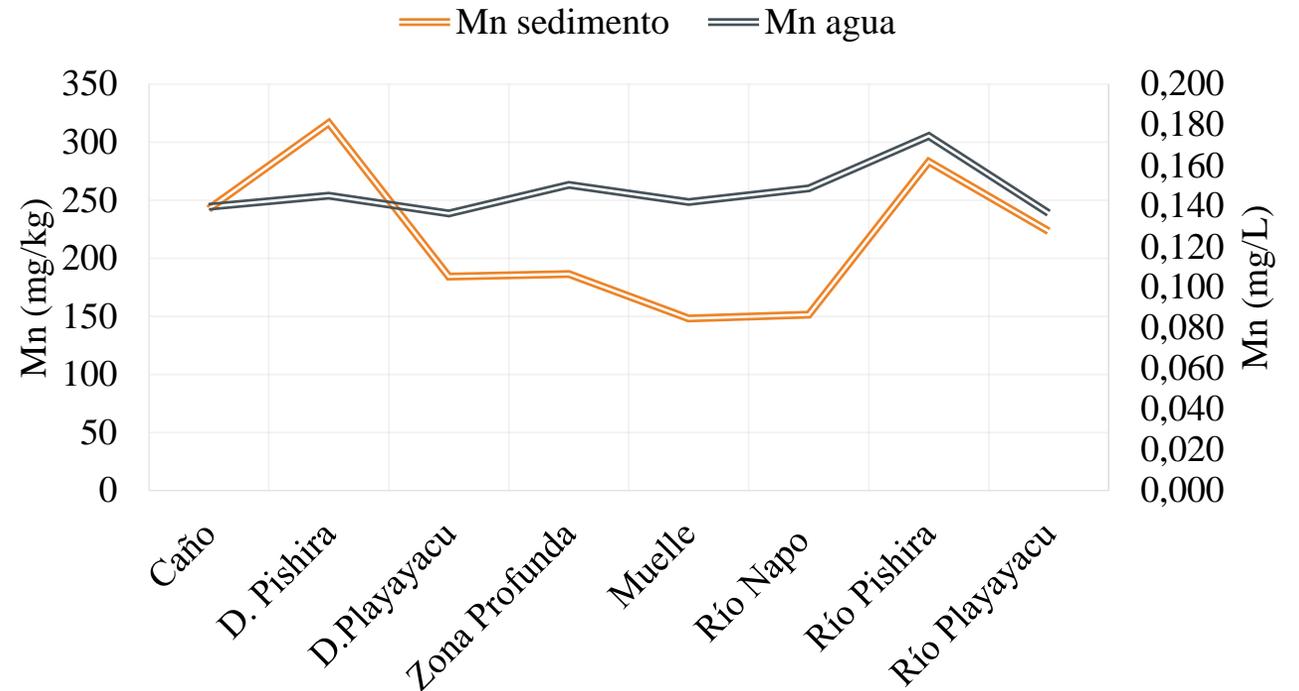
Concentraciones  
MAX en:  
AGUA= 0,512mg/L  
SED= 59,870 mg/kg  
SUE= 40,740 mg/kg



# MANGANESO

	AM 097	CSQG
AGUA (mg/L)	0,1	-
SEDIMENTOS (mg/kg)	-	-
SUELOS (mg/kg)	-	-

Supera la normativa



	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	Referencia
<b>Precipitación (mm)</b>	36,3	210,3	198,6	197,6	Estación Meteorológica de Limoncocha
<b>Mn (mg/L)</b>	0,002	-	0,010	0,013	Valdiviezo (en estudio)
<b>Mn (mg/kg)</b>	0,003	0,026	0,002	-	Valdiviezo (en estudio)

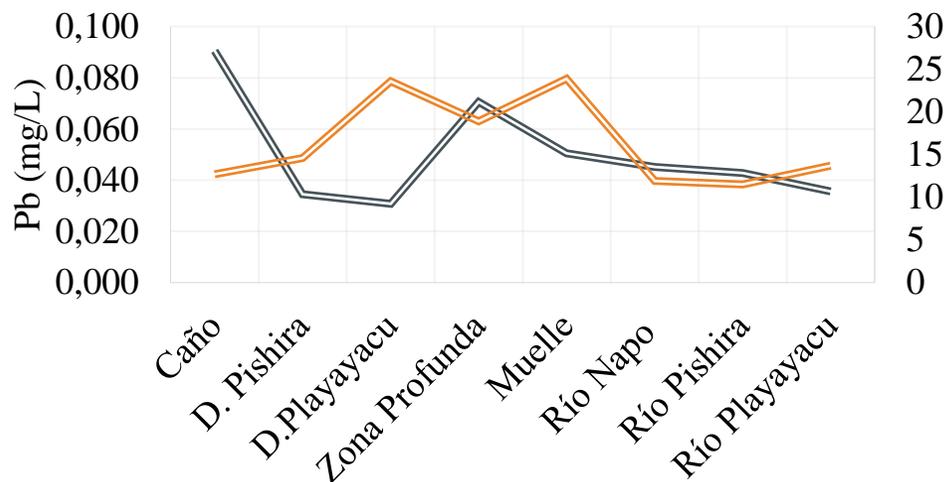
# PLOMO

	AM 097	CSQG
AGUA (mg/L)	0,001	-
SEDIMENTOS (mg/kg)	-	35
SUELOS (mg/kg)	25	70

Supera la normativa

No supera la normativa

— Pb agua    — Pb sedimento

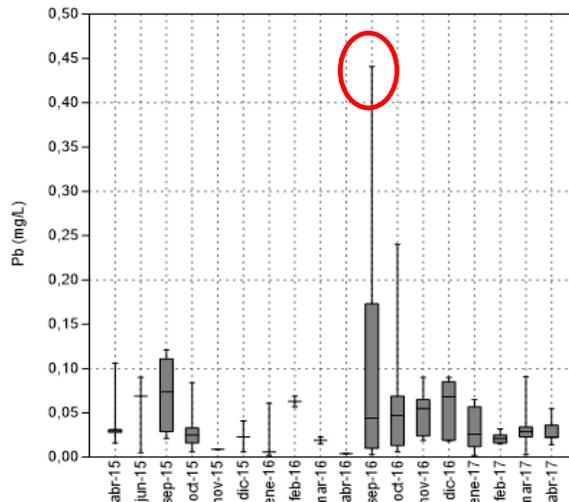


## Cordovéz (1998-1999)

Concentraciones MAX en:

SED = 0,033 mg/kg

SUE = 0,027 mg/kg

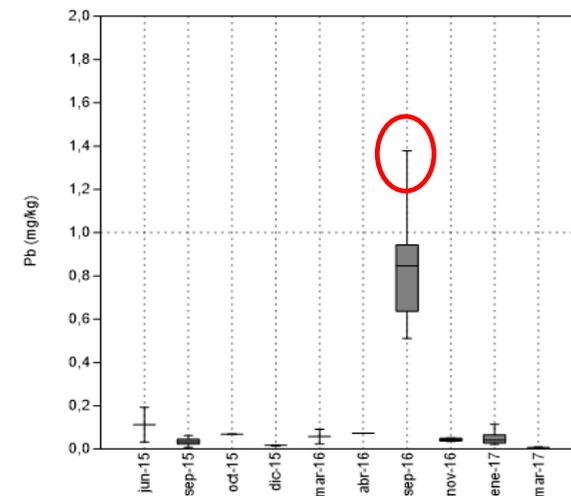
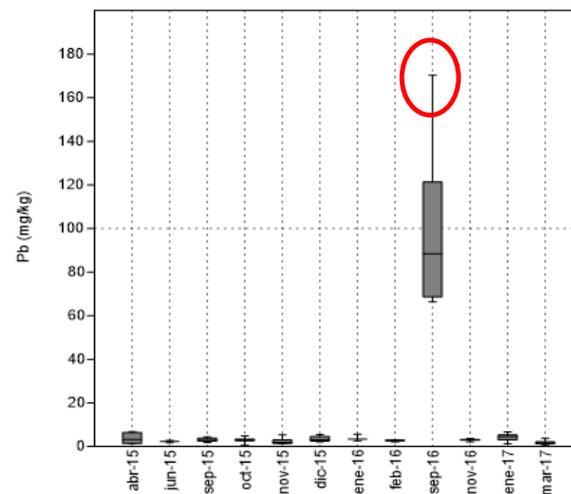


## Estrella (2015-2017)

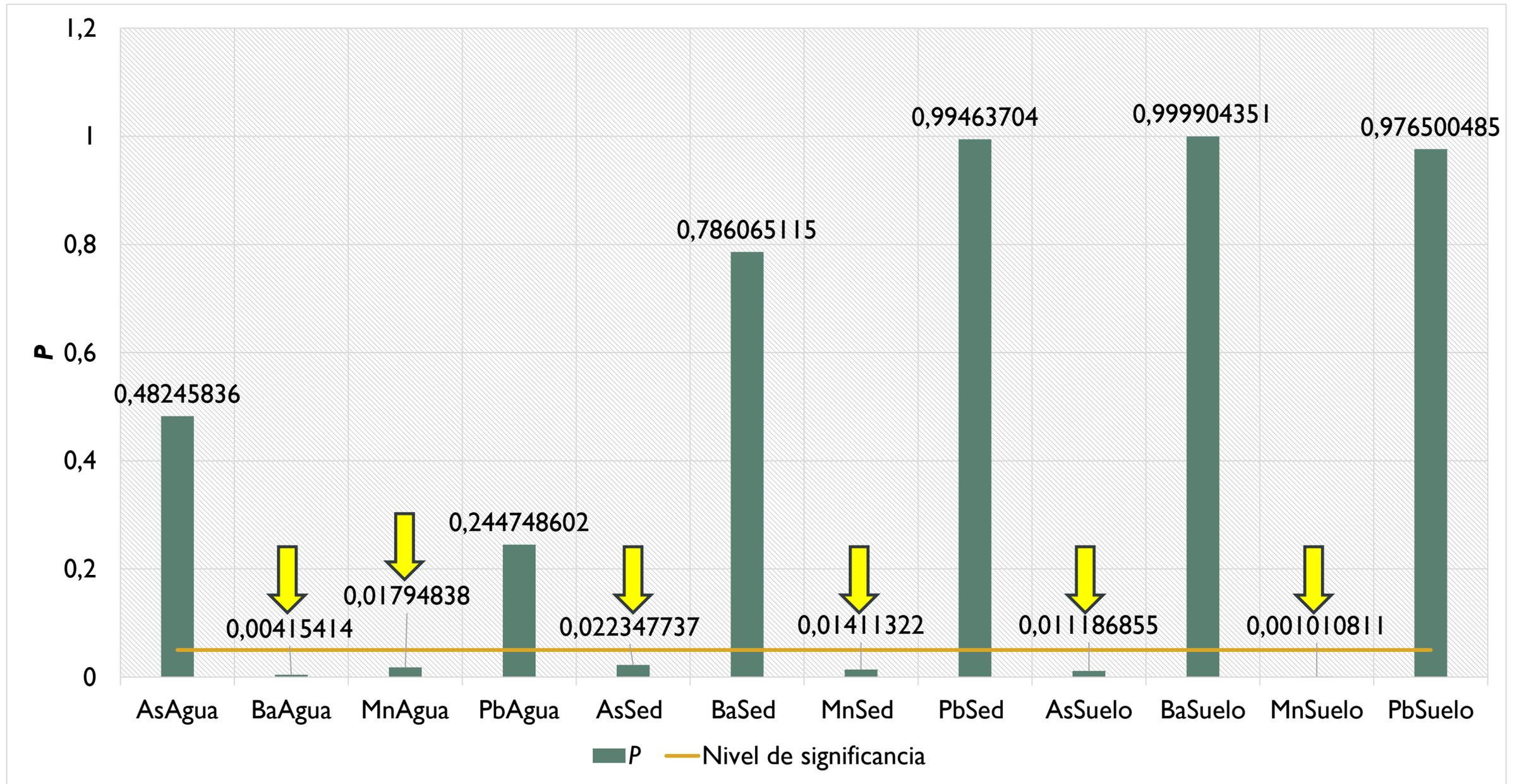
Concentraciones MAX en:

SED = 23,884 mg/kg

SUE = 0,329 mg/kg



# ANOVA

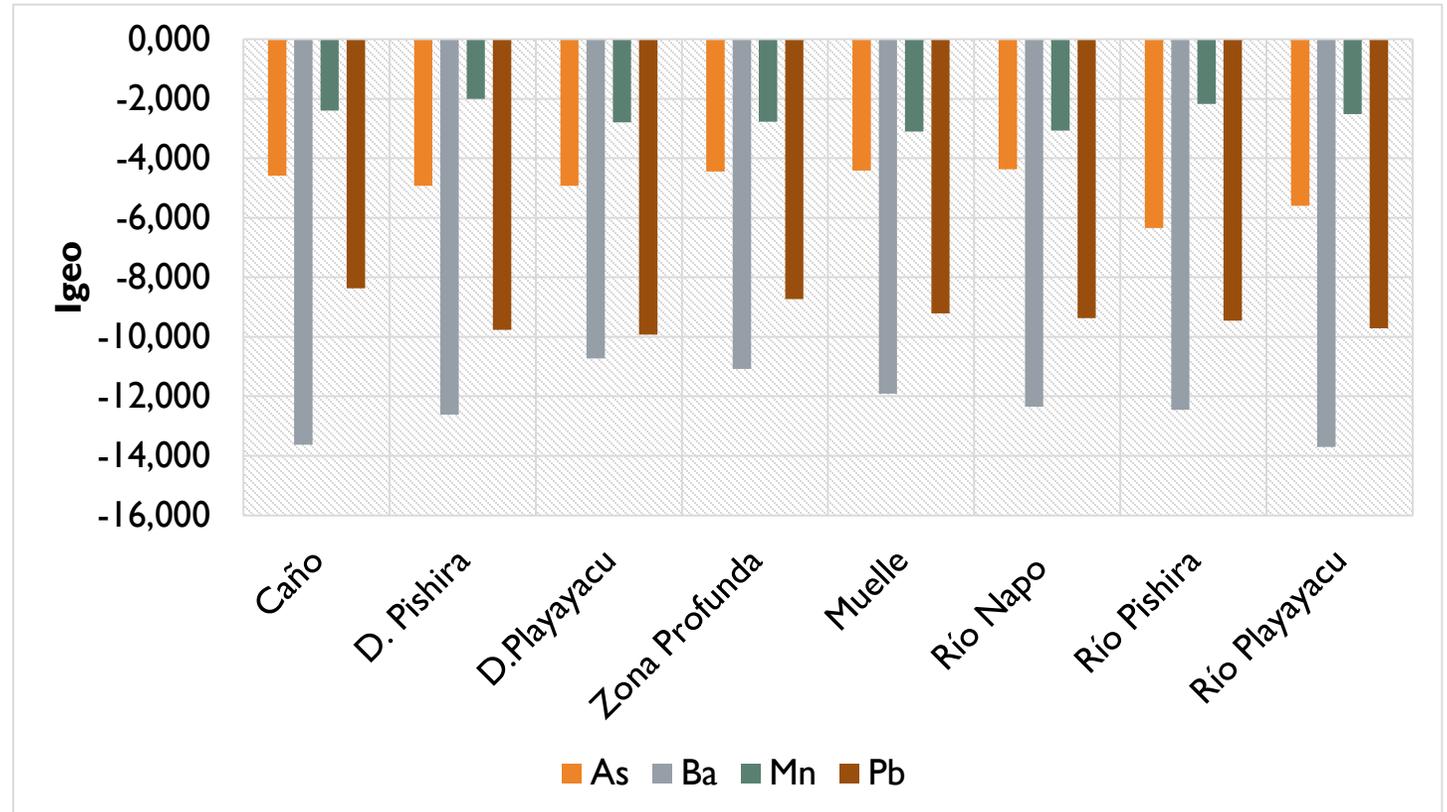


# ÍNDICE DE GEOACUMULACIÓN DE MÜLLER

$$I_{geo} = \log_2 \left( \frac{C_n}{1,5 B_n} \right)$$

**C<sub>n</sub>**: Concentración del metal en el sedimento

**B<sub>n</sub>**: Concentración geoquímica del metal  
Turekian y Wedepohl (1961)



(-) = valores < 0 (sedimentos no contaminados)

# CONCLUSIONES

- La línea base desarrollada en este estudio, actualiza la información del estado de los componentes ambientales, tales como el agua, suelo y sedimento, de manera que las autoridades administrativas de la reserva, puedan aplicar medidas de gestión que equilibre la protección de los recursos con el crecimiento económico del área de Limoncocha.
- Las concentraciones promedio de arsénico y bario en aguas cumplen con la Normativa Legal Ecuatoriana para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, establecida en el Acuerdo Ministerial 097, sin embargo manganeso y plomo no la cumplen.
- Las concentraciones promedio de arsénico, bario y plomo cumplen con la normativa Legal Ecuatoriana para criterios de calidad de suelo, establecida en el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 2. Mientras manganeso, al no presentar límite máximo permisible dentro de esta normativa, no define el estado de los suelos con respecto a la presencia de este metal.

# CONCLUSIONES

- Los valores obtenidos para suelo del punto Sendero “El Caimán” presentaron las mayores concentraciones de Mn y Pb. Los sedimentos del punto Desembocadura Playayacu y Muelle presentaron las mayores concentraciones de Ba y Pb. Mientras los valores obtenidos de cada metal pesado en aguas, fueron variables espacialmente, sin embargo la concentración promedio de estos en los puntos tomados en ríos son menores a los colectados en la laguna, rechazando la hipótesis inicial del trabajo.
- Con base al índice de geoacumulación de Müller, se conoce que al tener sedimentos no contaminados por estos cuatro elementos, no representaría un riesgo para las comunidades de fauna acuática presente.
- Se descarta que existan anomalías en los sedimentos, contaminación geogénica o antrópica, encontradas en las medianas de los distintos metales analizados, al superar el valor de referencia de fondo geoquímico, de acuerdo al resultado obtenido del índice de Müller.

# RECOMENDACIONES

- Es necesario ampliar estudios sobre los valores de referencia de fondo geoquímico en la RBL, para posiblemente modificar la normativa ambiental ecuatoriana, debido a que para el recurso suelo, basado en el Acuerdo Ministerial 097-Anexo 2, solo existen criterios de remediación para suelos contaminados por hidrocarburos mas no para su calidad. En el caso de sedimentos, la normativa es inexistente. Se indica plantear ello, ya que al comparar con normativa internacional no es representativo puesto que presentan distintos valores geológicos.
- Realizar estudios, para profundizar y clarificar si la presencia de estos metales en aguas, suelos y sedimentos de la RBL, se debe a una variable natural o antropogénica, y estimar sus contribuciones.
- Se debe considerar el análisis de la especiación de As, Ba, Mn, y Pb, para entender el comportamiento químico y biodisponibilidad de estos en aguas, suelos y sedimentos.

# REFERENCIAS

- Acuerdo Ministerial 097-A. (2015). Ministerio del Ambiente
- Agurto, D. (2016). Evaluación de la concentración de mercurio, aluminio y cobre en aguas, suelos y sedimentos de la Reserva Biológica Limoncocha para establecer la línea base, 2015-2016.
- Andrade, S. (2001). *Caracterización Limnológica de la Laguna de Limoncocha*. Quito - Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., & Cuesta, A. (2010). Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible. Serie Investigación y Sistematización No. 8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- APHA, AWWA, & WEF. (2005). *Standard Methods: 3030E: Nitric Acid Digestion of Metals* (21st Edition ed.). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Armas, M., & Lasso, S. (2011). Plan de Manejo de la Reserva Biológica Limoncocha.
- Betancourt, C., & Labaut, Y. (2013). a calidad fisicoquímica del agua en embalses, principales variables a considerar. *Revista Agroecosistemas*, 1, 78-103.
- Carrillo, D. (2016). Evaluación de la concentración de arsénico y manganeso en aguas, suelos y sedimentos de la Reserva Biológica Limoncocha para establecer la línea base, 2015-2016. 1-58.
- Cerón, M. (2016). Evaluación de la concentración de cadmio y níquel en aguas, suelos y sedimentos de la Reserva Biológica Limoncocha para establecer la línea base, 2015-2016.
- Cordovéz, B. (1999). Caracterización y evaluación de los suelos y sedimentos del sector y de la laguna de Limoncocha.
- Díez, M. (2006). Valores de fondo de elementos traza en suelos de la provincia de Granada.
- EPA. (1996). *Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils*. Revision 2.
- Fuentes, F., & Massol-Deyá, A. (2002). *Manual de Laboratorios: Ecología de microorganismos* (Vol. Segunda Parte). Universidad de Puerto Rico.
- Gómez, G. (2005). Estudio de los sedimentos de la laguna de Limoncocha. 1-88.
- Granizo, F. (2011). *EL ESTADO TRÓFICO DE LA LAGUNA DE LIMONCOCHA EN EL PERÍODO (FEBRERO 2010-ENERO 2011)*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- Hem, J. (1985). *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of natural Water* (Third Edition USGS ed.). Washington, DC.

# REFERENCIAS

- INEC. (2001). *Cantón Shushufindi*. VI Censo de Población y V de Vivienda.
- INEC. (2010). Fascículo Provincial Sucumbíos. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/sucumbios.pdf>
- ISQG. (2001). "Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of aquatic life: Summary tables". *Canadian Council of Ministers of the Environment*.
- Laino, R., Bello, R., González, M., Ramírez, N., Jiménez, F., & Musálem, K. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México-Guatemala. *Revista de Tecnología y Ciencias del Agua*, VI(4), 61-74.
- Litter, M., Armienta, M., & Farías, S. (2009). *Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos*. Argentina: CYTED.
- MAE. (2015). Reserva Biológica Limoncocha.
- Marrugo, J., & Paternina, R. (2011). Evaluación de la contaminación por metales pesados en la ciénaga La Soledad y Bahía de Cispatá, cuenca del Bajo Sinú, departamento de Córdoba.
- Moscoso, P. (2013). Por el camino de la anaconda. *Revista Terra Incognita*(85), 46-48.
- Müller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River
- Ordoñez, C. (2013). Caracterización geoquímica de sedimentos de la Laguna Limoncocha.
- OMS (2006). Guías para la calidad del agua potable. Tercera Edición. I, 157. Recuperado de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)
- Ortiz, I., Sanz, J., Dorado, M., & Villar, S. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados.
- Sánchez, M. (2003). *Determinación de metales pesados en suelos de medina del campo (Valladolid)*. *Contenidos extraíbles, niveles fondo y de referencia*. Universidad de Valladolid, Departamento de Química Análítica.
- Turekian, K., & Wedepohl, K. (1961). Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust. *Geological Society of America Bulletin*, 72, 175-192.