

EVALUACIÓN DE MERCURIO EN SEDIMENTOS DE QUEBRADAS CON INFLUENCIA DE POZOS PETROLEROS EN EL RÍO CORRIENTES, REGIÓN LORETO, PERÚ.

Daniel VILELA¹ y Werner CHOTA-MACUYAMA²

- 1 Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología. Iquitos, Perú.
- 2 Laboratorio de Calidad de Agua, Programa de Investigación Para el Uso del Agua y sus Recursos (AQUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Av. José A. Quiñones, km 2.5, San Juan Bautista, 0784, Iquitos, Loreto, Perú. E-mail: wchota@iiap.gob.pe

RESUMEN

El mercurio en la Amazonía se ha acumulado en el suelo durante millones de años, por su capacidad para adsorber metales pesados, sin embargo se dan condiciones favorables para la exportación de este metal a sitios de metilación, debido al fenómeno de erosión, causada por la actividad antropogénica. En el río Corrientes se ha generado impactos ambientales debido a la explotación del lote 8 y los derrames de petróleo. La presente investigación actualiza el conocimiento sobre la presencia de mercurio en sedimentos de quebradas con influencia y sin influencia cercana de pozos petroleros en un río de la Amazonía peruana. Se colectaron sedimentos en las orillas de quebradas con un tubo de 120 cm y para el fondo con una draga Eckman, en dos zonas del río Corrientes; en el alto corrientes, cuatro quebradas; Aunts Entsa, Timo Entsa, Pañayacu y Haurí, con influencia petrolera en el 2016 y bajo Corrientes, tres quebradas, Trompeterillo, Jergón y Oleoducto, sin influencia petrolera en el 2018. Con una quebrada control (Lupunillo), ubicada inmediatamente arriba de toda actividad petrolera. Para los análisis se utilizó los protocolos estandarizados por EPA de acuerdo al Método (ICP-AES) EPA7474. Para ambas zonas, la quebrada Pañayacu, tiene el rango de concentraciones más bajo (0.03-0.08mg/kg) y la quebrada Timo Entsa el más alto (0.07-0.16mg/kg). No hubo diferencia significativa entre las quebradas de ambas zonas (alto y bajo Corrientes). Incluso la

quebrada control sobrepasa los estándares de calidad ambiental para mercurio propuestos por EE. UU y Canadá, entretanto por cada zona, en algunas quebradas se sobrepasa solo en un punto de muestreo, consecuentemente existe una desigualdad de distribución del mercurio a lo largo de la cuenca del Corrientes.

Palabras Clave: Mercurio, metales, ecosistema, sedimentos, actividad petrolera.

ABSTRACT

Mercury in the Amazon has accumulated in the soil for millions of years, due to its ability to adsorb heavy metals, however favorable conditions for the export of this metal are given to methylation sites, due to the erosion phenomenon caused by the anthropogenic activity. In the Corrientes river, environmental impacts have been generated due to the exploitation of lot 8 and oil spills. The present investigation updates the knowledge about the presence of mercury in sediments of streams with influence and without close influence of oil wells in a river of the Peruvian Amazon. Sediments were collected on the banks of streams with a 120 cm tube and for the bottom with an Eckman dredge, in two areas of the Corrientes River; in the high currents, four streams; Aunts Entsa, Timo Entsa, Pañayacu and Haurí, with oil influence in 2016 and under Corrientes, three streams, Trompeterillo, Jergón and Oleoducto, without oil influence in 2018. With a broken control (Lupunillo), located immediately above all activity oil company. For the analyzes the protocols standardized by EPA according to the Method (ICP-AES) EPA7474 were used. For both zones, the Pañayacu creek, has the lowest concentration range (0.03-0.08mg / kg) and the Timo Entsa creek the highest (0.07-0.16mg / kg). There was no significant difference between the ravines of both areas (high and low currents). Even the broken control exceeds the environmental quality standards for mercury proposed by the US. UU and Canada, meanwhile for each zone, in some streams it is exceeded only at a sampling point, consequently there is an inequality of distribution of mercury along the Corrientes basin.

Key words: Mercury, metals, ecosystem, sediments, oil activity.

1. INTRODUCCIÓN

Los suelos ferralíticos amazónicos han acumulado Hg atmosférico durante millones de años, debido a eso, presentan altas concentraciones de mercurio de forma natural, en los primeros veinte centímetros del suelo los valores son hasta diez veces más alto que los medidos en los suelos de regiones templadas y boreales, la explicación de esta riqueza, en Hg sería proporcionado por la antigüedad y sus altos niveles en óxidos, como hierro y aluminio (minerales conocidos por su gran capacidad para adsorber metales pesados), este importante almacenamiento de Hg en suelos no constituiría un problema en sí mismo si no hubiera condiciones favorables para la exportación de este metal a sitios de metilación (1). El movimiento de este metal se impide, debido a la estabilidad de los suelos por la cobertura vegetal, pero cuando se produce un fenómeno de erosión, como por ejemplo por deforestación agrícola, minería o explotación petrolera, el mercurio se torna disponible en el medio ambiente (2).

Un claro ejemplo de explotación petrolera se genera en las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón que son afectados por los impactos generados por la explotación de los Lotes 1-AB o 192 y Lote 8 y el mal estado del oleoducto durante 4 décadas, debiendo señalarse que los problemas son originados por las actividades de exploración y explotación del Lote y el vertido de aguas tóxicas a sus cuencas (3).

La contaminación por residuos petrogénicos en la Amazonia es un tema de interés nacional, ante esto, es de suma importancia investigar los efectos del impacto ambiental que dejan los derrames de hidrocarburos. Según Almeida, 2006 (4), en las distintas fases de la explotación petrolera y las prácticas operacionales típicas de la industria petrolera en zonas tropicales se produce destrucción de la biodiversidad y del ambiente en general, para nuestro caso es el río Corrientes y los pueblos que se encuentran a sus orillas, zonas adyacentes al lote petrolero 8, ya que afectan al equilibrio en el ecosistema terrestre y acuático, y no solo a la flora y la fauna, sino también a los seres humanos que aprovechan los recursos hídricos para su subsistencia.

Es así, que el 25 de marzo del año 2013 se presentó la primera declaratoria de emergencia ambiental y sanitaria en la cuenca del Pastaza (Resolución Ministerial N° 094-2013-MINAM) (5) y el 7 de Setiembre del 2013 la cuenca del Corrientes ha sido diagnosticada

por segunda vez en estado de emergencia ambiental y sanitaria (Resolución Ministerial N° 263-2013-MINAM) (6) a consecuencia de la contaminación petrolífera.

Debido a los derrames de crudo, existen elementos contaminantes, siendo uno de los principales, y ya mencionados, el mercurio (Hg) que es actualmente un contaminante de relevancia mundial, con gran impacto sobre la salud humana ya que ocasiona daños irreversibles en el sistema nervioso central (7). Es el elemento más tóxico que existe en la naturaleza, por su impacto en el medio ambiente y en la salud del hombre, por tal motivo se hace necesario estudiar sus concentraciones en diferentes matrices ambientales tanto abióticas como en organismos vivos⁽⁸⁾.

Evidenciado los problemas ambientales y sociales, la presente investigación tuvo por objetivo identificar diferencias en las concentraciones de mercurio en sedimentos de quebradas ubicadas dentro y fuera de la zona de influencia de pozos petroleros en el río Corrientes, cuyos datos amplían y actualizan el conocimiento sobre la presencia de mercurio en la Amazonia peruana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en dos áreas de trabajo, para el alto Corrientes están las zonas con influencia de pozos petroleros (con antecedentes de derrames de petróleo) y adyacentes al lote 8 de la empresa Pluspetrol, cercanos a la localidad de José Olaya y para el bajo Corrientes, están las zonas sin influencia pozos petroleros, a la altura del poblado de Trompeteros, abarcando una distancia total de 194.68 km entre la primera quebrada del alto y la última del bajo Corrientes (Figura 1). La cuenca del río Corrientes está constituido por una red de pequeños riachuelos, y quebradas, que van a confluir a la desembocadura del afluente del río Tigre y este a su vez afluente del río Marañón, la cuenca del río Corrientes se considera navegable fluvialmente en épocas de creciente y vaciante, habitada por una rica flora y fauna acuática silvestre (73). Posee un clima de tipo Megatérmico uniforme muy húmedo, con temperaturas superiores a los 26.5°C, precipitaciones

superiores a los 4,000 mm repartidas en todo el año y valores de humedad que superan el 75% (74).

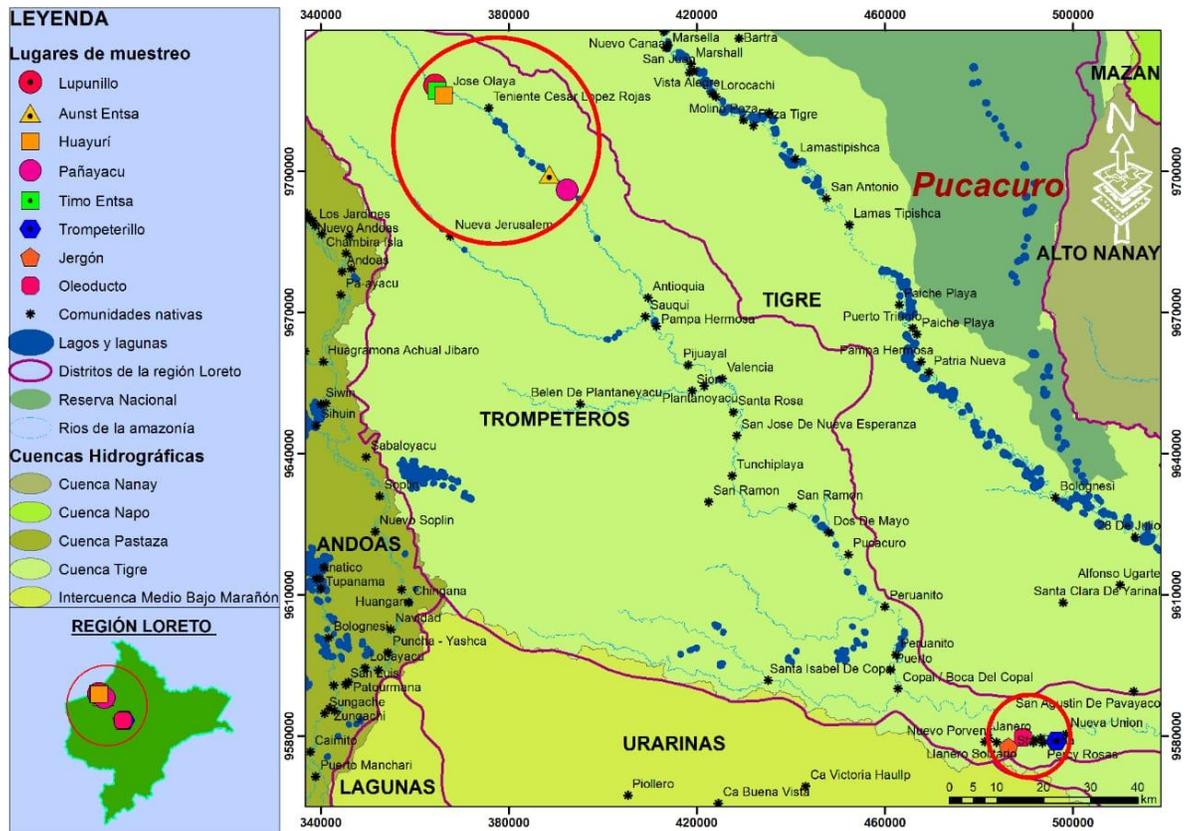


Figura 1. Mapa de las zonas evaluadas en el río Corrientes; (puntos de muestreo, dentro de los círculos rojos).

2.2. COLECTA DE SEDIMENTOS Y LÍNEA DE CUSTODIA

Las colectas fueron realizadas en siete quebradas distribuidas en dos zonas del río Corrientes (alto corrientes, zona de influencia petrolera y bajo Corrientes, zona sin influencia petrolera), para el alto corrientes, en el mes de Setiembre del 2016, se realizó el muestreo en cuatro quebradas (Aunts Entsa, Timo Entsa, Pañayacu y Huaurí) cercanas a las Comunidades Nativas de José Olaya y Antioquía. Para el bajo corrientes en el mes de Junio del 2018, se muestrearon tres quebradas (Trompeterillo, Jergón y Oleoducto) cercanas a la localidad de Trompeteros. Para el estudio se tomaron 23 muestras en total.

Teniendo una zona control para el estudio (Quebrada Lupunillo), el cual se colectó en el mes de setiembre del 2016 y no recibe la influencia de la actividad petrolera, ubicándose aguas arriba de la Comunidad Nativa José Olaya.

Para las quebradas con influencia petrolera solo se colectó sedimento en las zonas de orilla y para las zonas sin influencia petrolera, se colectó en la orilla y en el centro en la zona profunda de las quebradas. Para las orillas se colectaron muestras de sedimentos utilizando un tubo de plástico de 120 cm de largo e introduciéndolo hasta 100 cm para la zona de orilla, y para las zonas profundas de la quebrada, se utilizó una draga tipo Eckman (Figura 2). Las muestras colectadas de un 1 kg aproximadamente fueron depositadas en bolsas plásticas, sin preservantes, siendo estas rotuladas y etiquetadas con un código y una descripción; lugar, nombre de la quebrada, zona de la quebrada (orilla o fondo), fecha y hora de colecta.



Figura 2. Colecta de sedimentos en las quebradas.

2.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se determinó las concentraciones de mercurio de las muestras de sedimentos colectados, enviándolos a la ciudad de Lima donde se encuentra el Laboratorio acreditado por INACAL (Instituto Nacional de Calidad), se utilizó los protocolos estandarizados por la EPA de acuerdo al Método (ICP-AES) EPA 7474.

2.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN-

El tipo de estudio es del tipo Descriptivo-Correlacional, porque, consistió en evaluar la concentración de mercurio de los cuerpos de agua del río Corrientes, a través de la correlación estadística correspondiente a los análisis químicos y la comparación entre dos zonas diferentes y con otros estudios establecidos por otros autores, con el fin de aprobar o rechazar la hipótesis, basándose en los resultados obtenidos.

La población materia de estudio está conformada por los cuerpos de agua establecidos para el río Corrientes (Cuadro I y Figuras 2 al 9). Para el estudio está compuesta por las muestras de sedimento colectadas de los puntos de muestreo. Los datos serán analizados mediante estadística descriptiva (tablas de promedios, desviación estándar y gráficos) y cálculos de Correlación a través del Programa SigmaPlot 11.0 (Prueba de ANOVA).

Cuadro I. Quebradas estudiadas en las cuencas alta y baja del río Corrientes en los años 2016 y 2018.

Quebradas muestreadas en la cuenca del río Corrientes						
Zona y fecha de colecta	Muestra	Localidad	Lugar de Colecta (Quebradas)	Numero de muestras	Coordenadas UTM	Sector
Cuenca Alta-Setiembre de 2016	Sedimento	José Olaya	Lupunillo - Quebrada control	2	0364289 UTM 9718253	Orillas
	Sedimento	Antioquía	Aunts Entsa	3	0388615 UTM 9699358	Orillas
	Sedimento	Antioquía	Pañayacu	3	0392424 UTM 9696018	Orillas
	Sedimento	José Olaya	Timo Entsa	2	0364797 UTM 9717109	Orillas
	Sedimento	José Olaya	Huayurí	3	0366173 UTM 9716181	Orillas
Cuenca Baja-junio de 2018	Sedimento	Trompeteros	Trompeterillo	4	0496520 UTM 9578822	Orilla y fondo
	Sedimento	C.C.N.N. Santa Elena	Jergón	4	0486349 UTM 9577518	Orilla y fondo

3. RESULTADOS

3.1. Cuantificación de las concentraciones de mercurio en sedimentos en las 07 quebradas del río Corrientes.

3.1.1. Quebradas con influencia de pozos petroleros en la cuenca del alto Corrientes

En el Cuadro II, se presentan las cuatro quebradas cercanas a las localidades de Antioquía y José Olaya, donde la quebrada Pañayacu, tiene el rango de concentraciones de mercurio más bajos (0.03-0.08). Sin embargo, para las quebradas Timo Entsa y Huayurí, en un punto de muestreo para cada una, mostraron una concentración elevada (0.07-**0.16** y 0.03-**0.1** mg/kg, rangos respectivos), teniendo a Timo Entsa, como la quebrada con el rango más alto de las cuatro quebradas muestreadas en el alto Corrientes.

Cuadro II. Concentraciones de mercurio en sedimentos en las quebradas del alto Corrientes en el mes de Setiembre del 2016.

CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN QUEBRADAS EN EL ALTO CORRIENTES				
N°	Lugar de Colecta (Quebrada)	Zona	Concentración (mg/Kg)	Rango
1	Aunts Entsa 1	Orilla	0.06	0.03-0.08
2	Aunts Entsa 2	Orilla	0.03	
3	Aunts Entsa 3	Orilla	0.08	
4	Pañayacu 1	Orilla	0.02	0.02-0.03
5	Pañayacu 2	Orilla	0.02	
6	Pañayacu 3	Orilla	0.03	
7	Timo Entsa 1	Orilla	0.16	0.07-0.16
8	Timo Entsa 2	Orilla	0.07	
9	Huayurí 1	Orilla	0.03	0.03-0.1
10	Huayurí 2	Orilla	0.08	
11	Huayurí 3	Orilla	0.1	

3.1.2. Quebradas sin influencia de pozos petroleros en el bajo Corrientes

En el Cuadro III se muestra las tres quebradas del bajo Corrientes, donde no hay influencia de la actividad petrolera. Las quebradas Trompeterillo y Jergón tuvieron el mismo rango (0.04-0.07 mg/kg), siendo las quebradas con los rangos de concentración de mercurio más bajos, no obstante, la quebrada oleoducto en un punto en la zona de orilla, tuvo una elevada concentración de mercurio (0.06-**0.16** mg/kg,), teniendo a oleoducto como la quebrada con el rango más alto de las tres quebradas muestreadas para el bajo Corrientes.

Cuadro III. Concentraciones de mercurio en sedimentos en las quebradas del bajo Corrientes en el mes de junio del 2018.

CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN QUEBRADAS DEL BAJO CORRIENTES				
N°	Lugar de Colecta (Quebrada)	Zona	Concentración (mg/Kg)	Rango
1	Trompeterillo 1	Orilla	0.06	0.04-0.07
2	Trompeterillo 2	Fondo	0.07	
3	Trompeterillo 3	Orilla	0.04	
4	Trompeterillo 4	Fondo	0.05	
5	Jergón 1	Orilla	0.05	0.04-0.07
6	Jergón 2	Fondo	0.04	
7	Jergón 3	Orilla	0.07	
8	Jergón 4	Fondo	0.04	
9	Oleoducto 1	Orilla	0.16	0.03-0.16
10	Oleoducto 2	Fondo	0.06	
11	Oleoducto 3	Orilla	0.05	
12	Oleoducto 4	Fondo	0.03	

3.1.3. Quebrada Control en la cuenca del alto Corrientes

La quebrada control (Cuadro IV), ubicada aguas arriba de las baterías, en la comunidad de José Olaya, quedando fuera de las zonas donde esta la actividad petrolera, denominada Lupunillo, en la Tabla 04, se observa el rango de concentraciones de mercurio en los dos puntos muestreados (0.11-0.16 mg/kg).

Cuadro IV. Concentraciones de mercurio en sedimentos en la quebrada Lupunillo, en muestras colectadas iba de las baterías en la comunidad José Olaya en el mes de Setiembre del 2016.

CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN ZONA CONTROL				
N°	Lugar de Colecta (Quebrada)	Zona	Concentración (mg/Kg)	Rango
1	Lupunillo 1	Orilla	0.11	0.11-0.16
2	Lupunillo 2	Orilla	0.16	

3.1.4. Concentración promedio de mercurio en sedimentos por quebradas

Los promedios de mercurio en sedimento para cada quebrada fueron los siguientes, para el alto corrientes, las cinco quebradas, incluyendo la quebrada control; Aunts Entsa (0.056 mg/Kg), Pañayacu (0.023 mg/Kg), Timo Entsa (0.115 mg/Kg), Huayurí (0.07 mg/Kg) y Lupunillo (Quebrada Control, 0.135 mg/Kg), teniendo a la quebrada Timo Entsa con el promedio más alto de mercurio y Pañayacu el más bajo. Para el Bajo Corrientes, tres quebradas; Trompeterillo (0.055mg/Kg), Jergón (0.050 mg/Kg), y Oleoducto (0.075 mg/Kg), siendo la quebrada Oleoducto con el promedio más alto y las dos quebradas casi con el mismo promedio. Todas las quebradas se encontraron por debajo, comparadas con la quebrada control Lupunillo, en concentración de mercurio en sedimentos (Figura 3)

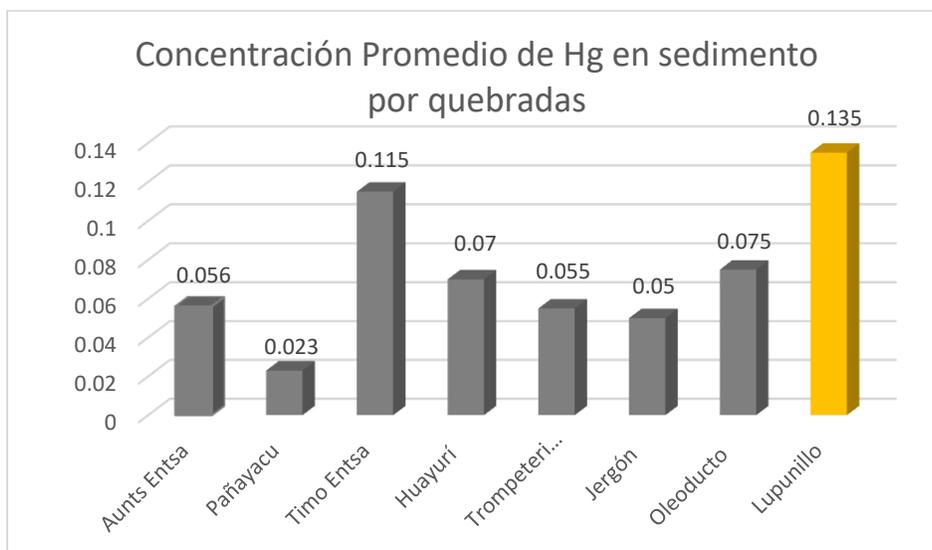


Figura 3. Concentraciones Promedio de mercurio en sedimento entre quebradas de la cuenca alta y baja del río Corrientes.

3.2. Comparación de las concentraciones de mercurio en sedimentos de 07 quebradas del río Corrientes.

3.2.1. Comparación estadística de las concentraciones de mercurio en las quebradas del río Corrientes

El cuadro V nos muestra la media y la desviación estándar de los datos por cada quebrada y de ambas zonas; en el bajo Corrientes, la quebrada oleoducto tuvo las concentraciones de mercurio más dispersas, siendo muy distante respecto a su media, sin embargo, las quebradas Trompeterillo y Jergón tienen concentraciones más homogéneas. En el alto Corrientes, Timo Entsa es la que mostró más dispersión en las concentraciones de mercurio de las muestras analizadas, entre tanto Pañayacu es la quebrada más homogénea en concentración de mercurio, seguido de Aunts Entsa y Huayurí. Entre ambas zonas, la dispersión de mercurio es casi similar, la diferencia entre ambas desviaciones estándar es de 0.00900825.

Cuadro V. Comparación estadística de las concentraciones de mercurio de las quebradas de la cuenca del río Corrientes.

Zonas	Bajo Corrientes			Alto Corrientes				Zona control
Quebradas	Trompeterillo	Jergón	Oleoducto	Aunts Entsa	Pañayacu	Timo Entsa	Huayurí	Lupunillo
Concentraciones	0.06	0.05	0.16					
	0.07	0.04	0.06	0.06	0.02		0.03	
	0.04	0.07	0.05	0.03	0.02	0.16	0.08	0.11
	0.05	0.04	0.03	0.08	0.03	0.07	0.1	0.16
Media	0.052664577	0.047457627	0.052459016	0.048	0.0225	0.097391304	0.053731343	0.13037037
Desv. estándar	0.012909944	0.014142136	0.058022984	0.025166115	0.005773503	0.06363961	0.036055513	0.03535534
Media	0.050742512			0.040411109				
Desv. estándar	0.033844564			0.042852814				

3.2.2. Análisis de varianza con la prueba de ANOVA

Las diferencias en los valores medianos (Cuadro VI) entre las zonas evaluadas no fueron lo suficientemente grandes como para excluir la posibilidad de que la diferencia se deba a la variabilidad de muestreo aleatorio; la prueba de ANOVA, nos da un $P = 0.130$, siendo no menor de 0.050 (test: $P < 0.050$, existe diferencia significativa), por lo tanto, no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre las zonas del bajo y alto Corrientes.

Cuadro VI. Prueba de ANOVA entre las dos zonas evaluadas del río Corrientes.

Grupos/zonas	N°	Mediana	25%	75%	P
Control	2	0.135	0.110	0.160	0.130
Bajo Corrientes	12	0.0500	0.0400	0.0650	
Alto Corrientes	11	0.0600	0.0300	0.0800	

3.2.3. Estándar de Contaminación Ambiental (ECA)

Sólo en la quebrada control se sobrepasa los estándares de calidad ambiental (ECA) para mercurio propuestos por EE. UU (0.15 mg/kg.) y por cada zona, solo en un punto de muestreo; en alto corrientes, Timo Entsa, en el bajo corrientes, Oleoducto 1 y en la quebrada control, Lupunillo 2 (Figura IV).

Para el estándar de contaminación de Canadá (0.094 mg/kg), de igual forma, se sobrepasan en dos puntos para el alto y en un punto para el bajo Corrientes y además en el punto control; para el alto corrientes en Timo Entsa 1 y Huayurí 3, en el bajo corrientes solo Oleoducto 1 y en la quebrada control en todos los puntos muestreados, siendo estos, Lupunillo 1 y 2. Al ser sobrepasados los ECAs de sedimento solo por un punto de muestreo y no por todos los puntos para una quebrada, todas las quebradas están fuera de peligro de contaminación ambiental.

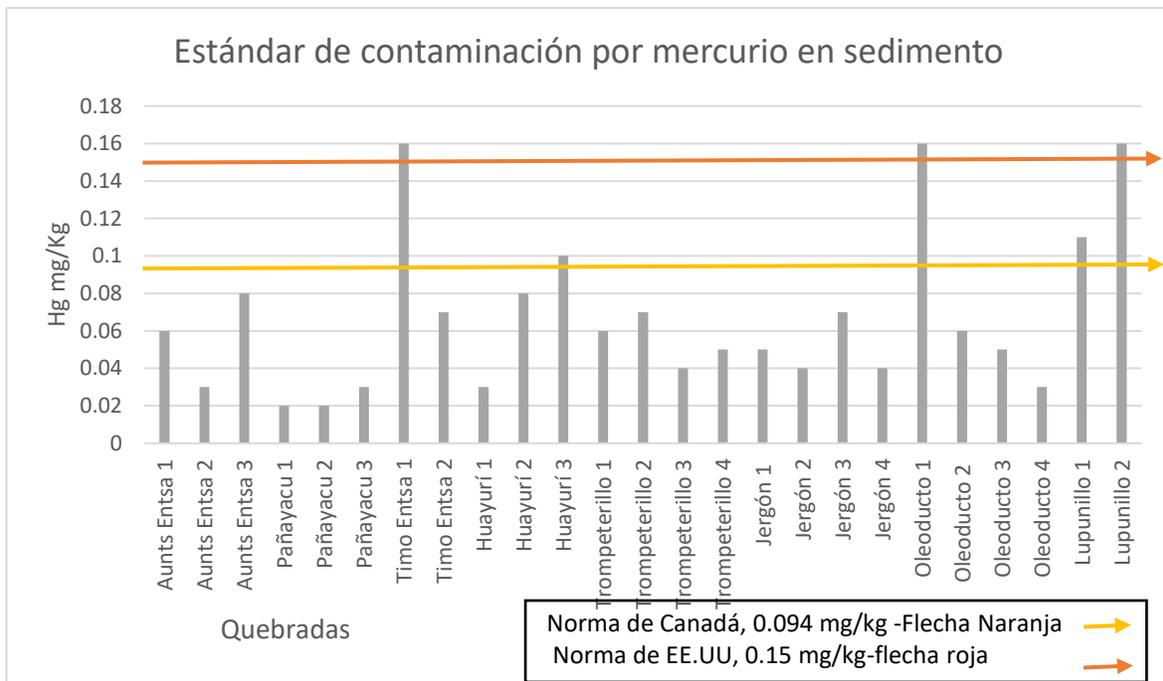


Figura 4. Estándares de calidad ambiental (ECMDEPQ, 2007), para mercurio en sedimentos para las quebradas de la cuenca alta y baja del río Corrientes en los años 2016 y 2018.

4. DISCUSIÓN

El Hg se acumula en los horizontes minerales de suelos de la Amazonía sobre metros de profundidad, esencialmente absorbido en la superficie de las partículas de oxihidróxido de hierro y aluminio, esta característica hace que los suelos ferralíticos representen una reserva y una fuente significativa de Hg para ecosistemas terrestres y acuáticos de cuencas (1), debido a esto, la medición de mercurio constituye un significativo problema a la hora de diferenciar las concentraciones naturales que se detectan en el ambiente de aquellas que se producen por actividades antropogénicas. Es así que el mercurio que transita o se deposita en los ríos amazónicos proviene de diferentes orígenes, al inicio se asumió que la contaminación de los sistemas acuáticos se debía principalmente a la liberación directa de mercurio por las actividades auríferas (76). Sin embargo, en la cuenca del Río Tapajos (Brasil), se destacó a la deposición de mercurio atmosférico y sobre todo a la liberación del mercurio contenido en los suelos (en particular mediante todas las actividades antrópicas que generan una erosión de éstos)

como el proceso más importante para explicar las variaciones de concentraciones de mercurio en las aguas de los ríos (77).

Sin embargo, en nuestro estudio no encontramos diferencias significativas entre las dos zonas evaluadas, por lo que existe una homogeneidad de dispersión del mercurio entre las quebradas de ambas zonas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

En Perú no existe normas que regulen las concentraciones de mercurio en sedimentos de cuerpos de agua dulce, por lo que se comparó con las normas canadienses y de Estados Unidos, al igual que los autores con los que se discuten, como, Chota *et al.* 2014, que en su estudio de calidad ambiental, para sedimentos, no detectaron mercurio en época de creciente, sin embargo, en la vaciante registró concentraciones que superaron los niveles permisibles (0,174 mg/kg) sólo en la estación Curaray 3 (0,27 a 0,30 mg/kg), estando cerca al límite permisible en la estación Napo 2 (0,15 mg/kg) y Arabela 2 (0,13 mg/kg).

En contraste con nuestro trabajo se registró mercurio en el bajo corrientes en la época de creciente a comparación de Chota *et al*, que no registro rastros de mercurio detectables para esta época en sus zonas de muestreo y en el caso del alto Corrientes, era época de transición a la vaciante, registrándose también mercurio en sedimentos, encontrándose en la quebrada Timo Entsa, (rango; 0.07 a 0.16 y promedio 0.115 mg/Kg), concentraciones cercanas al límite permisible (0,174 mg/kg).

Asimismo, Nuñez Avellaneda *et al* 2014, en su estudio en la Amazonía colombiana, en sedimentos, presenta valores inferiores a 0.0591mg/kg de Hg total en todos sus sitios muestreados. El valor máximo encontrado en su estudio no superó la norma establecida por la EPA en Estados Unidos de 0.15mg/kg Hg así como los 0.094 mg/ kg Hg definidos para Canadá (ECMDEPQ, 2007), sin embargo, para nuestro estudio en los promedios de concentración de mercurio en las siete quebradas evaluadas, muestran para el alto Corrientes a la quebrada Timo Entsa con el promedio más elevado (0.115 mg/kg), llegando a sobrepasar los límites de las normas Canadienses en sedimento, pero no para los Limites de la EPA de Estados Unidos, siendo el resto de quebradas con promedio de concentraciones menores a ambas normas.

Entre tanto, para nuestra zona control, se sobrepasan los ECAs de mercurio en sedimento, a pesar de no tener relación con la actividad petrolera, ya que se ubica aguas arriba de las baterías de la empresa Pluspetrol.

Roulet *et al.* 2000 (78), demuestra en su estudio, que la erosión del suelo es responsable del aumento de las concentraciones de mercurio en los sedimentos superficiales en los diferentes sistemas acuáticos de los ríos Tapajos y Arapiuns, este aumento es el resultado del enriquecimiento relativo de los depósitos sedimentarios en partículas finas ricas en aluminosilicatos, oxihidróxidos y mercurio, transportados en suspensión en la columna de agua, estos oxihidróxidos de hierro y aluminio asociados con partículas finas y arcillosas parecen controlar la acumulación de metales pesados en los sedimentos de los ríos Tapajos, Arapiuns y Amazonas.

Por ende existe una probabilidad de que el origen del pequeño incremento de mercurio en la zona control, sea influenciada por actividades relacionadas a la deforestación y remoción de suelo, ya sea por la agricultura, tala ilegal o minería, mas no, por la actividad petrolera y los derrames, explicando así una desigualdad de distribución del mercurio a lo largo de la cuenca del río Corrientes, más allá de las dos zonas evaluadas, sin influencia de la actividad petrolera, en el tiempo de colecta de las muestras. Zafra *et al.* (79) afirma en su trabajo que en la época de aumento de precipitaciones (tiempo de lluvia) probablemente existe remoción de los elementos metálicos asociados con el sedimento hacia los cuerpos de agua receptores, producto del lavado ejercido por la escorrentía superficial, asimismo, para nuestras zonas evaluadas, las tasas de precipitación son altas y pueden explicar el traslado de metales pesados como el mercurio, hasta el mismo cauce del río Corrientes u otros cuerpos de agua cercanos a las quebradas evaluadas, pudiendo distribuirse y almacenarse de manera desproporcional en unas zonas que en otras, tal como se observa en las dos zonas evaluadas y en algunos puntos de las quebradas, comparados con los puntos de esas mismas quebradas. Entre tanto, que el tiempo que ocurrieron los derrames, hasta el tiempo de colecta de muestras para el alto Corrientes es de 3 años y del bajo Corrientes es 1 año aproximadamente, explicando así el paso de varias estaciones entre vaciante y creciente, así como las precipitaciones en la zona de estudio.

5. CONCLUSIONES

- Para el alto Corrientes, donde hay influencia de la actividad petrolera, la quebrada Pañayacu, tiene el rango de concentraciones de mercurio más bajos (0.03-0.08) y la quebrada Timo Entsa el más alto (0.07-0.16 mg/kg).
- Para el bajo Corrientes, donde no hay influencia de la actividad petrolera, las quebradas Trompeterillo y Jergón tuvieron el mismo rango (0.04-0.07 mg/kg), y son las quebradas con los rangos de concentración de mercurio más bajos, mientras que, la quebrada oleoducto (0.06-**0.16** mg/kg.), tiene el rango más alto.
- En los promedios de mercurio en sedimento en las siete quebradas evaluadas, Timo Entsa tiene el promedio más alto de mercurio (0.115 mg/Kg) y Pañayacu el más bajo (0.023 mg/Kg), pero todas las quebradas se encuentran por debajo, comparadas con la quebrada control Lupunillo, en concentración de mercurio en sedimentos.
- No existe, diferencia estadísticamente significativa entre las zonas del bajo Corrientes (zona de influencia petrolera) y alto Corrientes (zona sin influencia de la actividad petrolera).
- Solo en la quebrada control se sobrepasa los estándares de calidad ambiental (ECA) para mercurio propuestos por EE. UU (0.15 mg/kg.) y Canadá (0.094 mg/kg), mientras que por cada zona, casi solo en un punto de muestreo por algunas quebradas, entonces las dos zonas evaluadas, están fuera de peligro de contaminación ambiental por este metal.
- Es probable que en la zona control, exista deforestación y remoción de suelo, por alguna actividad antropogénica, debido al ligero aumento que se encontró en la zona control.
- Existe una desigualdad de distribución del mercurio a lo largo de la cuenca del río Corrientes, más allá de las dos zonas evaluadas, sin influencia de la actividad petrolera, en el tiempo de colecta de las muestras.

6. AGRADECIMIENTOS

Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú) por el financiamiento de las actividades que conllevaron a la elaboración del presente artículo, a través del proyecto “Impacto de vertidos petrogénicos sobre el ecosistema y la fauna acuática en la Amazonía (región Loreto)” de acuerdo al convenio N° 147-PNICP-PIAP-2015.

7. REFERENCIAS

1. **Marc Roulet & Catherine Grimaldi.** Le mercure en Amazonie, ROLE DE L'HOMME ET DE L'ENVIRONNEMENT, RISQUES SANITAIRES- Anexo -2 Le mercure dans les sols d'Amazonie: origine et comportement du mercure dans les couvertures ferrallitiques du bassin amazonien et des Guyanes. París-Francia : IRD Editions, 2001, Vol. I, págs. 121-165. ISBN 2-7099-1467-0.
2. **N. Farella, M. Lucotte, R Davidson, S. Daigles.** Mercury release from deforested soils triggered by base cation enrichment. s.l. : Science of the Total Enviroment, 2006, Vol. 368, págs. 19-29. Issue 1.
3. **Comisión de Justicia y Derechos Humanos.** VULNERACIÓN DE DERECHOS FUNDAMENTALES DE LOS PUEBLOS AMAZÓNICOS ASENTADOS EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PASTAZA, TIGRE, CORRIENTES Y MARAÑÓN . Congreso de la República . Lima-Perú : s.n., 2013.
4. **Almeida.** Fases e impactos de la actividad petrolera. Manuales de Monitoreo Ambiental Comunitario. Quito : Acción Ecológica, 2006.
5. **MINAM, Ministerio del Ambiente.-** RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 094-2013-MINAM- Declaratoria de emergencia ambiental de la cuenca del rio Pastaza. Diario Oficial el Peruano-Normas Legales del 25.03.2013. 2013, págs. 5-8.
6. **MINAM, MINISTERIO DEL AMBIENTE.-** Resolucion Ministerial N° 263-2013-MINAM. Declaratoria de emergencia ambiental de la cuenca del Corrientes. Diario Oficial el Peruano-Normas Legales del setiembre 2013.

7. **Marisa Gaiolia, Diego Amoedoa, Daniel González.** Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente.. Buenos Aires : Arch Argent Pediatr 2012;110(3):259-264 / Pediatría práctica, 2012, Scielo. ISSN 0325-0075.
8. **Alvarez & Bolaños.** Validación del método de determinación de mercurio en muestras de sedimentos y tejidos biológicos utilizando un Analizador Directo de Mercurio (DMA-80). 28, 2016, Revista Cubana de Química, págs. 784-792
9. **Werner CHOTA-MACUYAMA, Fred CHU KOO, Carmen GARCÍA-DÁVILA, Diana CASTRO-RUIZ, Rosa ISMIÑO, Aurea GARCÍA, Homero SÁNCHEZ, Lamberto ARÉVALO, Salvador TELLO.** CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RÍOS CURARAY, ARABELA Y NAPO (LORETO, PERÚ). Iquitos-Peru : s.n., 2014, Folia Amazónica, Vol. 23, págs. 160-163.
10. **Marcela Nuñez-Avellaneda*, Edwin Agudelo Córdoba & Brigitte Dimelsa Gil-Manrique.** UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA PRESENCIA DE MERCURIO EN AGUA, SEDIMENTO Y PECES DE INTERÉS SOCIO-ECONÓMICO EN LA AMAZONIA COLOMBIANA. 7, Colombia : s.n., Diciembre de 2014, COLOMBIA AMAZÓNICA, págs. 152-155.
11. **(ECMDEPQ), Environment Canada and Ministère du Développement mentdu Québec.** Criteria for the Assessment of Sediment Quality in Quebec and Application Frameworks: Prevention, Dredging and Remediation. 2007. pág. 39.
12. **Pouilly M T, A Pérez, F Ovando, P Guzmán, JL Paco, J Duprey, B Chinchero, F Caranza, F Barberi, J Gardon.** Diagnóstico de la contaminación por el mercurio en la cuenca Iénez. Procesos geoquímicos y bioquímicos. Exposición de las poblaciones humanas. Institut de Recherche pour le Développement (La Paz, Marseille Francia). [ed.] Universidad Mayor de San Andrés (La Paz). Cochabamba, Bolivia. : Universidad Mayor de San Simón (Cochabamba) International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC, The Netherlands), 2008.
13. **José Maco García, Elvis Sandoval Zamora.** PRESENCIA DE MERCURIO EN EL AGUA Y SEDIMENTO DE FONDO EN EL RÍO NANAY, PERÚ. [ed.] IIAP. Iquitos-Perú : FOLIA AMAZÓNICA, 2005, Vol. 14 (2), págs. 78-80.
14. **Raúl Yusta, Gorka Muñoz, Carlos González-Crespo, Antoni Rosell-Melé, Martí Orta-Martínez, Pedro Mayor.** Indicadores de contaminación petrogénica en la reserva nacional pacaya samiria. Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental. Barcelona-Spain : Universitat Autònoma de Barcelona, 2016. págs. 41-43.

15. **Alva-Astudillo, Víctor Sotero-Solís & Mario.** Contenido de metales pesados en agua y sedimento en el bajo Nanay. [ed.] IIAP. 1, Iquitos- Perú : Universidad Científica del Perú, 2013, Ciencia Amazónica, Vol. 3, págs. 24-32.
16. . **Marquez L y Alho C.** Contaminação por Mercúrio em Sedimento e Moluscos da Bacia do rio Bento Gomes, MT. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, EMBRAPA. Brasil : s.n., 2004, pág. 24p. ISSN 1517-1981.
17. **Espitia, Nevis** Determinación de metales pesados en sedimentos superficiales en cuerpos de agua del canal del dique en las poblaciones de Gambote y Soplaviento (Bolívar) Instituto de Investigación (RIIGEO), 2014, Universidad de Cartagena- Facultad de ciencias químicas y Farmacéuticas. Colombia Vol. 17, págs. 91-100.
18. **Weinberg, Jack.** Introducción a la Contaminación por Mercurio para las ONG. [ed.] Red Internacional de Eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. primera. Estocolmo : International POPs Elimination Network, 2010. pág. 164. Vol. I.
19. **Luz Elena Sepúlveda Gallego, Luz Marina Agudelo Gallego, Ángel Isdrúval Arengas Castilla.** EL MERCURIO, SUS IMPLICACIONES EN LA SALUD Y EN EL AMBIENTE. Bogota-Colombia : s.n., 2006, UCaldas, págs. 1-9.
20. **Jose Luis Paredes Salazar.** Optimización de la fitoremediación de mercurio en humedales de flujo continuo empleando Eichhornia crassipes, jacinto de agua. Escuela de Post-grado- Agroecología, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria : s.n., 2015. pág. 86.
21. **Sunderland, E., Krabbenhoft, D., Moreau, J., Strode, S Landing, M.** A New Source of Methylmercury Entering the Pacific Ocean, Global Biogeochemical Cycles. s.l. : U.S. Geological Survey, 2009.
22. **Xavier Gaona Martínez.** El mercurio como contaminante global. Desarrollo de metodologías para su determinación en suelos contaminados y estrategias para la reducción de su liberación al medio ambiente. Departamento de Química, Universidad autónoma de Barcelona. Barcelona : s.n., 2004. pág. 4416. IE990332G.
23. **Harris, R., Murray, M. W., Saltman, T., Mason, R., Krabbenhoft, D. P., & Reash, R.** Monitoring and evaluating trends in methylmercury accumulation in aquatic biota. Florida: SETAC. : s.n., March 2007.
24. **Marins, R., Andrade, J., Pereira, P., Paiva, E., Paraquetti, H** Sampling techniques for the assessment of anthropogenic vapour and particulate mercury in the Brazilian Amazon atmosphere. U.S.A. : s.n., 2000, J. Environ Monit, págs. 2(4):325-328.

25. **Gochfeld, Michael.**Cases of mercury exposure, bioavailability, and absorption 56, Piscataway, NJ 08854-USA : Elsevier Inc. All rights reserved., 20 de marzo de 2003, Ecotoxicology and Environmental Safety, págs. 174-179.
26. **Holmes, C.D., Jacob, D.J. y Yang, X.**Global lifetime of elemental mercury against oxidation by atomic bromine in the free troposphere. L20808., 2006, Geophysical Research Letters. 33 (20).
27. **Kristen Fountain.** “Study Links Mercury to Local Dams, Plants,”. 2007.
28. **AMAP and UNEP.** Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment. 2008.
29. **Martí Orta.** Etnocartografía de impactos de la actividad petrolera en el río Corrientes.Conflictos petroleros en la Amazonía Peruana el territorio Achuar . Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona- España : Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales, 2007. pág. 137 p.
30. **(EIA), U.S. Energy Information Administration.** Petroleum & Other Liquids. Energy Information Administration Website. [En línea] [Internet], 2018. [Citado el: 23 de abril de 2018.] Disponible en: <https://www.eia.gov/petroleum/>.
31. **EMEA, Londres.** Enerdata, Global energy consumption statistical yearbook, 2013. [En línea] 23 de abril de 2018. <http://yearbook.enerdata.net/energy-consumption-data.html>.
32. **Ahmad Dasuki Mustafa, Hafizan Juahir, Kamaruzzaman Yunus, Mohammad Azizi Amran.** OIL SPILL RELATED HEAVY METAL: A REVIEW. 6, Malaysia : s.n., 14 de Abril de 2015, Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol. 19, págs. 1348 - 1360. ISSN 1394 - 2506.
33. **Bastami, K. D., Bagheri, H., Haghparast, S., Soltani, F., Hamzehpoor, A. and Bastami, M. D.** Geochemical and geo-statistical assessment of selected heavy metals in the surface sediments of the Gorgan Bay, Iran64(12): 2877 – 2884., 2012, Marine Pollution Bulletin.
34. **Bravo, Elizabeth.** Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad. s.l. : Acción Ecológica, 2007.
35. **Matt Finer, Clinton Jenkins, Bill Powers.** Minimizando los Daños La potencial de las buenas prácticas en el sector hidrocarburos en la Amazonía. s.l. : Center for International Environmental Law (CIEL), 2013. págs. 4-8.
36. **B. Powers.** Best Practices: Design of Oil and Gas Projects in Tropical Forests. s.l. : E-Tech International., 2012.

37. **Council, National Petroleum.** Sustainable drilling of onshore oil and gas wells. s.l. : Paper #2-23., 2011.
38. **República del Perú.** Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. Ministerio del Ambiente. s.l. : Decreto Supremo N°. 015-2006-EM., 2006.
39. **J., Tollefson.** Fighting for the forest: The roadless warrior. 2011, Nature 480: 22-24.
40. **Thurber M. and Ayarza** Canopy bridges along a rainforest pipeline in Ecuador.. s.l. : paper SPE-96504-PP., 2005, Society of Petroleum Engineers.
41. **Ministerio de Energía y Minas.** Mapa de Evaluación Ambiental en las Cuencas Tigre y Pastaza. Dirección General de Asuntos Ambientales-Sistema de información Ambiental, República del Perú. 1998.
42. **GIACOMINI, H.C. y PETRERE, M** A estrutura de teias tróficas.. 38 (1), 2010, Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia, págs. 1-33.
43. **B, Market.** Definitions and principles for bioindicator and biomonitoring of trace metals in the environment. 2007, Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, págs. 21: 77-82.
44. **Molina C.I. Gibon F.M., Duprey J. L., Dominguez E., Guimaraes J.-R.D., Roulet M.** Transfer of mercury and methylmercury along macroinvertebrate food chains in a floodplain lake of the Beni River, Bolivian Amazonia. . 2010, The Science of the Total Environment, págs. 408(16): 3382-3391.
45. **Álvarez J., Sotero V.** Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio, informe del instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP y el ministerio del ambiente. 2011.
46. **T, Sweet L. I. & Zelikoff J.** Toxicology and immunotoxicology of mercury: a comparative review in fish and humans. 2001, Journal of Toxicology and Environmental Health, págs. 4:161-205.
47. **M. Meili.** Mercury in lakes and rivers. Mercury and its effects on environmental and biology. s.l. : Taylor & Francis Group., Sygel A. & Sigel H. Eds. New York, págs. 34: 22-48 p.
48. **Martí Orta-Martínez, Antoni Rosell-Meléb, Mar Cartró-Sabaté, Cristina O'Callaghan-Gordoe, Núria Moraleda-Cibrián, Pedro Mayor.** First evidences of Amazonian wildlife feeding on petroleum-contaminated soils: A new exposure route to petrogenic compounds? Rotterdam : s.n., 2017, ELSEVIER-Environmental Research.
49. **Dudley, R., Kaspari, M., Yanoviak, S.P.** Lust for Salt in the Western Amazon. 2012, Biotropica 44,6-9.

50. **Beyer, N., Fries, G.** Toxicological significance of soil ingestion by wild and domestic animals. 2002, Handbook of Ecotoxicology. Lewis Publishers, New York.
51. **García, Rosario Gómez.** DIAGNOSTICO SOBRE LA CONTAMINACION AMBIENTAL EN LA AMAZONIA PERUANA. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 1995. pág. 25, DOCUMENTO TECNICO. 15.
52. **The Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury, the Board on Environmental.** Toxicological Effects of Methylmercury. [ed.] National Academy of Sciences. Washington, DC : Copyright National Academy of Sciences. All rights reserved, 2000. págs. 18, 309-10. Vol. I. PRESS 2101 .
53. **Hong Young-Seoub, Kim Yu-Mi, Kyung-Eun Lee.** Methylmercury Exposure and Health. 45, 2012, Journal of Preventive Medicine & Public Health, págs. 353-363.
54. **Karagas Margaret, Choi Anna, Oken Emily, Horvat Milena, Schoeny Rita, Kamai.** Evidence on the Human Health Effects of Low-Level Methylmercury Exposure. 120(6), Environmental Health Perspectives, págs. 799-806.
55. **Nyland Jennifer, Fillion Myriam, Barbosa Fernando, Shirley Devon, Chine Chiameka, Lemire Melanie, Mergler Donna, Silbergeld Ellen K.** Biomarkers of Methylmercury exposure immunotoxicity among fish consumers in Amazonian Brazil 119, 2011, Environmental Health Perspectives, págs. 1733-1738.
56. **Browner, Carol M.** General Pediatrics [ed.] Medical University of South Carolina. Washington DC. : Environmental Protection Agency, 1999. pág. 2.
57. **Mocevic Emina, Specht Ina, Marott Jacob, Giwercman Aleksander, Jönsson Bo, Toft Gunnar, Lundh Thomas y Bonde Jens Peter.** Environmental mercury exposure, semen quality and reproductive hormones in Greenlandic Inuit and European men: a cross-sectional study. Asian Journal of Andrology, págs. 15:97–104.
58. **FECONACO.** Manual-Sistematización de experiencias con el programa de capacitación y vigilancia territorial independiente de FECONACO. Iquitos- Perú : s.n., 2011. pág. 84 p.
59. **DIGESA.** Evaluación de resultados del monitoreo del río Corrientes y toma de muestras biológicas, en la intervención realizada del 29 de junio al 15 de julio del 2005. Iquitos-Perú : s.n., 2006.
60. **Republica del Perú-Ministerio de salud.** Decreto supremo 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad de de agua para consumo humano. 2010.

61. **DIGESA-Ministerio de Salud.** REPORTE PÚBLICO DEL MONITOREO REALIZADO EN CC.NN. DE LA CUENCA DEL RÍO CORRIENTES ABRIL - MAYO 2013.
62. **MINAM, OEFA.** EVALUACIÓN AMBIENTAL DE CALIDAD DE SUELOS EN EL LOTE 1-AB, CORRESPONDIENTE A LA CUENCA DEL CORRIENTES. 2013.
63. **PRESIDENCIA DE CONSEJO DE MINISTROS, Diario El Peruano-** Resolucion Suprema N° 200-2012-PCM. Lima, 28 de Junio del 2012.
64. **Ambiente, ECA- Ministerio del.** Estandares de calidad ambiental para suelo (ECA)- Decreto Supremo N°002-2013-MINAM. Lima, 25 de Marzo del 2013.
65. **Ambiental, Tribunal de Fiscalizacion.** Resolucion N° 003-2013-OEFA/TFA. Lima, 08 de enero de 2013.
66. **Riego, ANA- Ministerio de Agricultura y.** Informedel monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos en la Cuenca del río Corrientes realizada del 25 de abril al 02 de mayo del 2013 en el ámbito del Lote 1AB, operado por la empresa Pluspetrol Norte S.A. 2013.
67. **OSINERGMIN.** INFORME N° 230563-2013-GFHL-UPPD. VISITA REALIZADA POR EL GRUPO DE TRABAJO AMBIENTAL DE LA COMISIÓN MULTISECTORIAL A LA CUENCA DEL RÍO CORRIENTES. 2013.
68. **PCM.** Decreto Supremo N° 012-2016-PCM. Declaratoria de Estado de emergencia en 16 comunidades del distrito de morona en el Datem del Marañón. 2016.
69. **DECRETO SUPREMO N° 032-2019-PCM.** Declaratoria de emergencia el centro poblado de Mayuriaga, distrito de morona, datem del Marañón.
70. **Republica del Perú-MINAM, 2019.** *Resolución Ministerial N° 126-2019.*
71. **Cartró, Martí Orta.** Spatial analysis of oil spill risk and impacts in the block 1AB, Loreto, Perú. Global Change and Climate Change, Institut de Ciencia i Tecnologia Ambientals, Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, España : Enviromental Research Letters, 2012
72. **Chirif, Alberto** Los achuares del Corrientes: el Estado ante su propio paradigma.. 28, 2010, Anthropologica/Año XXVIII, Vol. Suplemento 1.

73. **.GOBIERNO REGIONAL DE LORETO, GOREL.** Estudio de diagnóstico y zonificación de la provincia de Loreto. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Iquitos, Peru. 2007. pág. 189 p.
74. **DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL.** Estudio de Impacto Ambiental y Social para la Prospección Sísmica 2D y 3D en el Lote 143. Iquitos, Peru. 2009. pág. 39 p.
75. **EPA - Environmental Protection Agency.** SW-846 Test Method 7474: Mercury in Sediment and Tissue Samples by Atomic Fluorescence Spectrometry. United States : Revision 0, February, 2007.
76. **Pfeiffer W., Malm O., Souza C., Drude de Lacerda L., Silveira E. & Bastos W.** 1991. *Mercury in the Madeira River ecosystem Rondônia, Brazil.*, Forest Ecology and Management 38: 239-245 .
77. **Roulet M., Lucotte M., Farella N., Rheault I., Serique G., Sousa Passos C.J., De Jesus da Silva E., Scavonne de Andrade P., Mergler D., Guimarães J.-R.D. & Amorim M.** 1999. *Effect of recent human colonization on the presence of mercury in Amazonian ecosystems.*, Water Air and Soil Pollution, 112: 297-313 ..
78. **M. Roulet, M. Lucotte R. Canuel, N. Farella, Courcelles J.-R. Guimaraes, Mergler, M. Amorim.** 2000. *Increase in mercury contamination recorded in lacustrine sediments following deforestation in the central Amazon. Brasil.*, Chemical Geology 165 2000 243–266.
79. **Carlos Zafra-Mejía, Diana M. Santamaría-Galindo y Cristian D. Torres-Galindo.** Análisis climático de la concentración de metales pesados asociados al sedimento depositado sobre vías urbanas. Rev. salud pública. 17 (3): 351-364, 2015. **OEFA.** Informe 242- Resultados de la calidad de suelos en la Cuenca del Rio Corrientes, ambito del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. Iquitos : s.n., 2014. págs. 1-54.

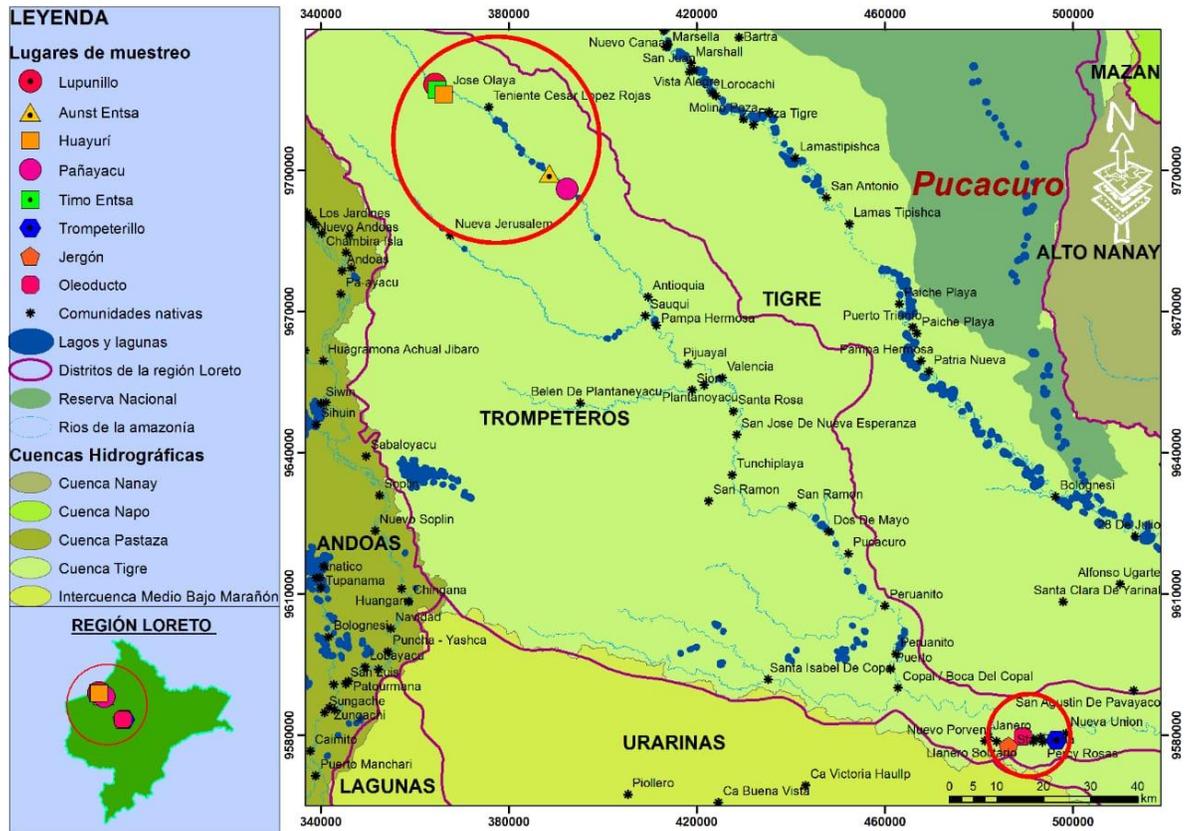


Figura 1. Mapa de las zonas evaluadas en el río Corrientes; (puntos de muestreo, dentro de los círculos rojos).



Figura 2. Colecta de sedimentos en las quebradas.

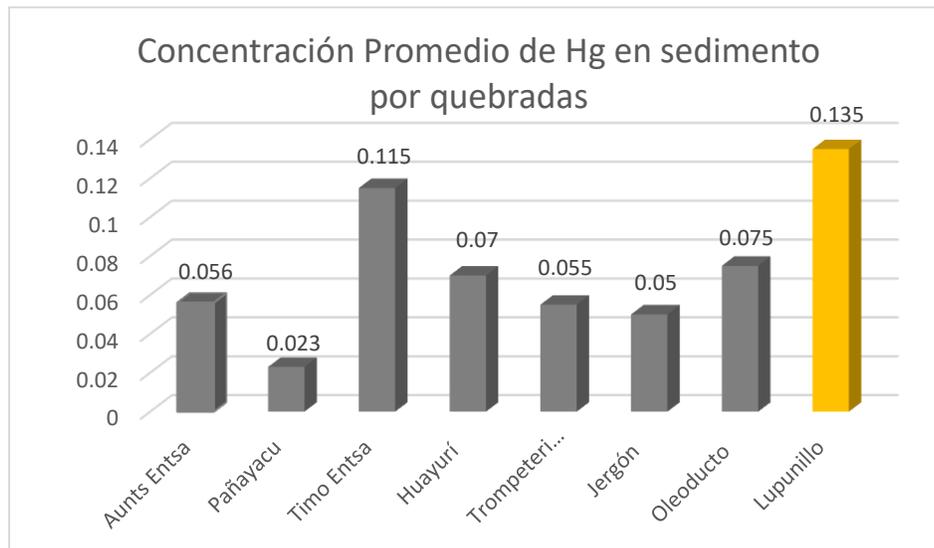


Figura 3. Concentraciones Promedio de mercurio en sedimento entre quebradas de la cuenca alta y baja del río Corrientes.

Cuadro I. Quebradas estudiadas en las cuencas alta y baja del río Corrientes en los años 2016 y 2018.

Quebradas muestreadas en la cuenca del río Corrientes						
Zona y fecha de colecta	Muestra	Localidad	Lugar de Colecta (Quebradas)	Numero de muestras	Coordenadas UTM	Sector
Cuenca Alta-Setiembre de 2016	Sedimento	José Olaya	Lupunillo - Quebrada control	2	0364289 UTM 9718253	Orillas
	Sedimento	Antioquía	Aunts Entsa	3	0388615 UTM 9699358	Orillas
	Sedimento	Antioquía	Pañayacu	3	0392424 UTM 9696018	Orillas
	Sedimento	José Olaya	Timo Entsa	2	0364797 UTM 9717109	Orillas
	Sedimento	José Olaya	Huayurí	3	0366173 UTM 9716181	Orillas
Cuenca Baja-junio de 2018	Sedimento	Trompeteros	Trompeterillo	4	0496520 UTM 9578822	Orilla y fondo
	Sedimento	C.C.N.N. Santa Elena	Jergón	4	0486349 UTM 9577518	Orilla y fondo

Cuadro II. Concentraciones de mercurio en sedimentos en las quebradas del alto Corrientes en el mes de Setiembre del 2016.

CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN QUEBRADAS EN EL ALTO CORRIENTES				
N°	Lugar de Colecta (Quebrada)	Zona	Concentración (mg/Kg)	Rango
1	Aunts Entsa 1	Orilla	0.06	0.03-0.08
2	Aunts Entsa 2	Orilla	0.03	
3	Aunts Entsa 3	Orilla	0.08	
4	Pañayacu 1	Orilla	0.02	0.02-0.03
5	Pañayacu 2	Orilla	0.02	
6	Pañayacu 3	Orilla	0.03	
7	Timo Entsa 1	Orilla	0.16	0.07-0.16
8	Timo Entsa 2	Orilla	0.07	
9	Huayurí 1	Orilla	0.03	0.03-0.1
10	Huayurí 2	Orilla	0.08	
11	Huayurí 3	Orilla	0.1	

Cuadro III. Concentraciones de mercurio en sedimentos en las quebradas del bajo Corrientes en el mes de junio del 2018.

CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN QUEBRADAS DEL BAJO CORRIENTES				
N°	Lugar de Colecta (Quebrada)	Zona	Concentración (mg/Kg)	Rango
1	Trompeterillo 1	Orilla	0.06	0.04-0.07
2	Trompeterillo 2	Fondo	0.07	
3	Trompeterillo 3	Orilla	0.04	
4	Trompeterillo 4	Fondo	0.05	
5	Jergón 1	Orilla	0.05	0.04-0.07
6	Jergón 2	Fondo	0.04	
7	Jergón 3	Orilla	0.07	
8	Jergón 4	Fondo	0.04	
9	Oleoducto 1	Orilla	0.16	0.03-0.16
10	Oleoducto 2	Fondo	0.06	
11	Oleoducto 3	Orilla	0.05	
12	Oleoducto 4	Fondo	0.03	

Cuadro IV. Concentraciones de mercurio en sedimentos en la quebrada Lupunillo, en muestras colectadas iba de las baterías en la comunidad José Olaya en el mes de Setiembre del 2016.

CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN ZONA CONTROL				
N°	Lugar de Colecta (Quebrada)	Zona	Concentración (mg/Kg)	Rango
1	Lupunillo 1	Orilla	0.11	0.11-0.16
2	Lupunillo 2	Orilla	0.16	

Cuadro V. Comparación estadística de las concentraciones de mercurio de las quebradas de la cuenca del río Corrientes.

Zonas	Bajo Corrientes			Alto Corrientes				Zona control
Quebradas	Trompeterillo	Jergón	Oleoducto	Aunts Entsa	Pañayacu	Timo Entsa	Huayurí	Lupunillo
Concentraciones	0.06	0.05	0.16					
	0.07	0.04	0.06	0.06	0.02		0.03	
	0.04	0.07	0.05	0.03	0.02	0.16	0.08	0.11
	0.05	0.04	0.03	0.08	0.03	0.07	0.1	0.16
Media	0.052664577	0.047457627	0.052459016	0.048	0.0225	0.097391304	0.053731343	0.13037037
Dev. estándar	0.012909944	0.014142136	0.058022984	0.025166115	0.005773503	0.06363961	0.036055513	0.03535534
Media	0.050742512			0.040411109				
Dev. estándar	0.033844564			0.042852814				

Cuadro VI. Prueba de ANOVA entre las dos zonas evaluadas del río Corrientes.

Grupos/zonas	N°	Mediana	25%	75%	P
Control	2	0.135	0.110	0.160	0.130
Bajo Corrientes	12	0.0500	0.0400	0.0650	
Alto Corrientes	11	0.0600	0.0300	0.0800	