



**Interpretación de los Resultados de Análisis de Agua y Suelos en la
Cuenca del Río Pastaza Realizados en Octubre del 2012 por la
Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Dirección General de
Salud Ambiental (DIGESA)**

Preparado por

Mercedes Lu
Mark L. Chernaik
Asesores Técnicos

Alianza Mundial de Derecho Ambiental - ELAW
1877 Garden Avenue
Eugene, Oregon 97403, EE.UU.

Febrero del 2013

Este documento contiene las opiniones de los autores y no necesariamente las de la Oficina de los EEUU de la Alianza Mundial de Derecho Ambiental o de otros individuos u organizaciones afiliadas a la Alianza Mundial de Derecho Ambiental.

Calificaciones

Mercedes Lu de Lama. Estudios de doctorado en geografía, Universidad de Oregón, EEUU; Máster en estudios internacionales, Universidad de Oregón, EEUU; química farmacéutica, graduada de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Asesora Técnica de la oficina en los EEUU. de la Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW). Ha participado activamente en el análisis de los efectos ambientales y en la salud pública de procesos industriales en diversos países del mundo.

Mark L. Chernaik, Doctor en bioquímica de la Escuela de Salud Pública de la Universidad John Hopkins, Baltimore, Maryland, EEUU. Posee además el grado de abogado, graduado de la Facultad de Derecho de la Universidad de Oregón, EEUU. Asesor Técnico Principal de la oficina en los EEUU. de la Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW).

En su calidad de asesores técnicos de ELAW dan asesoría técnica a abogados y grupos ciudadanos en más de 50 países. Tienen veinte años de experiencia dando asesoría a nivel mundial abogados sobre los efectos ambientales y en la salud causados por la presencia de contaminantes orgánicos, inorgánicos de origen industrial, entre otros, así como en la evaluación de los riesgos y daños en el ambiente y la salud.

A pedido de la Federación Indígena Quechua del Pastaza (FEDIQUEP) hemos interpretado de los resultados de análisis de muestras ambientales de los siguientes informes:

- (a) Autoridad Nacional del Agua (ANA) – Ministerio de Agricultura “Informe de monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos en la cuenca del río Pastaza realizada del 17 al 29 de octubre del 2012 en el ámbito del Lote 1AB – Capahuari Sur, operado por la empresa Pluspetrol Norte S.A.” del 24 de enero del 2013.
- (b) Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) – Ministerio de Salud “Reporte Público del Monitoreo Realizado en el Pastaza Octubre 2012” de fecha 19 de enero del 2013.

Observaciones

1. Informe de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Este documento presenta los resultados del análisis de dieciocho muestras de agua y sedimentos.

1.1 Agua

Las muestras de agua corresponden a (a) Nueve quebradas: Anapasa, Bujurquicocha, Ismacaño, Mishuyacu, Ullpayacu, Shoroyacu, Ulisescocha Afluente a la cocha Ullpayacu, Capahuari. (b) Ocho Cochas: Shanshococho, Pashincocha, Chirunchicocha, Pashincocha, Cabecera Cocha Ullpayacu, Boquichicocha, Piripiricocha, Ullpayacu; y del río Pastaza.

Los resultados de agua han sido contrastados con los valores establecidos en el Decreto Supremo No. 002-2008-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” correspondientes a la Categoría 4 “Conservación del Ambiente Acuático”. En el caso de los resultados de las muestras de ríos se han comparado con valores para ríos de la selva, mientras que los resultados de las cochas han sido contrastados con los valores correspondientes a “Lagunas y lagos” de dicho decreto supremo.

- **Plomo**

Se encontraron niveles superiores a los valores de la norma para ambiente acuático para ríos de la selva (0.001 mg/L) en las quebradas Anapasa (0.025 mg/L), Ullpayacu (0.003 mg/L), en la afluyente a la cocha Ullpayacu (0.012 mg/L). Asimismo, se encontraron niveles superiores al valor establecido para conservación del ambiente acuático para lagos y lagunas (0.001 mg/L) en la cabecera de la cocha Ullpayacu (0.081 mg/L), cocha Ismacaño (0.007 mg/L), y Chirunchicocha (0.003 mg/L). El valor encontrado en la cabecera de la cocha Ullpayacu es 81 veces más alto que el valor de la norma. El de las cochas Ismacaño y Chirunchicocha son 7 y 3 veces el valor de la norma respectivamente.

- **Aceites y Grasas**

Se encontró valores elevados en la quebrada Ullpayacu (10 mg/L), el valor para la conservación del ambiente acuático para ríos de la selva es cero (ausencia). Esto indica la presencia de contaminantes que pueden afectar a los organismos acuáticos, actividades de pesca, y recreación. Como referencia, el estado de Alaska, EEUU dice sobre los aceites y grasas:

“No debe percibirse una película, brillo o decoloración en la superficie o suelo del cuerpo de agua o en las riberas. Las aguas superficiales deben ser prácticamente libres de aceites y grasas.”

Fuente: (Estado de Alaska, 2012)¹

- **Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)**

Se reportó 1,85 mg/L en la quebrada Ullpayacu, la norma establece “ausencia”.

Existen abundantes estudios que evidencian los efectos negativos de los hidrocarburos totales de petróleo en los cuerpos de agua superficial. La Agencia de Registro de Tóxicos y Enfermedades de los EEUU (ATSDR) dice sobre este tipo de contaminantes:

“Los hidrocarburos totales de petróleo (TPH, por sus siglas en inglés) son una mezcla de muchos compuestos diferentes...”

¹ Estado de Alaska, EEUU. Abril del 2012. *Estándares de Calidad de Agua*. 18 AAC 70. pág. 8

“Algunos de los compuestos de los TPH pueden perjudicar al sistema nervioso. Un compuesto puede producir dolores de cabeza y mareo en altos niveles en el aire. Otro compuesto puede causar una afección a los nervios llamada «neuropatía periférica,» que consiste en adormecimiento de los pies y las piernas. Otros compuestos de los TPH pueden producir efectos a la sangre, al sistema inmunitario, los pulmones, la piel y los ojos. Estudios en animales han demostrado efectos a los pulmones, el sistema nervioso central, el hígado y los riñones a causa de la exposición a compuestos de los TPH. También se ha demostrado que ciertos compuestos de los TPH pueden afectar la reproducción y el feto en animales.

El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) ha determinado que un compuesto de los TPH (benceno) es carcinogénico en seres humanos. También ha determinado que benzo[a]pireno (un compuesto de los TPH) es probablemente carcinogénico en seres humanos y que la gasolina (otro compuesto de los TPH) es posiblemente carcinogénica en seres humanos.”

Fuente: ATSDR. *Hidrocarburos Totales de Petróleo*, Tox FAQs²

- **Nitrógeno Total**

Los valores de la cocha Ullpayacu (5,7 mg/L) equivalente a 3,5 veces el valor de la norma (1,6 mg/L), la cocha Ismacaño (2,8 mg/L) equivale a 1.75 (casi el doble) del valor de la norma. Valores altos también se encontraron en la cocha Shanshocochoa (2,4 mg/L), en la quebrada Ullpayacu (2,0 mg/L), quebrada Ismacaño (1,9 mg/L) y ligeramente alto en Chirunchicocha (1,7 mg/L).

El nitrógeno en un cuerpo de agua puede conducir a bajos niveles de oxígeno disuelto y causar efectos negativos en la vida de las plantas y diversos organismos. Las fuentes de nitrógeno incluyen: plantas de tratamiento de aguas residuales, la escorrentía de lugares donde se aplican fertilizantes, sistemas sépticos (desagües), áreas de almacenamiento y descargas industriales que contienen inhibidores de corrosión (EPA, s/f).

- **Nitrógeno amoniacal**

Se encontraron niveles por encima de la norma (0,02 mg/L) en Shanshocochoa (0,35mg/L equivalentes a 17.5 veces el valor del estándar nacional). La cocha Ullpayacu (0,34 mg/L mg/L, es decir 17 veces el valor del estándar). Otros valores por encima de la norma se encontraron en la cabeza de la quebrada Ullpayacu (0,03 mg/L), en la quebrada Shoroyacu (0,14 mg/L, equivalente a 7 veces la norma), la quebrada Anapasa (0,10 mg/L, equivalente a 5 veces la norma), en la quebrada afuente a la cocha Ullpayacu y

² http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts123.html

ligeramente altos en la quebradas Ismacaño y Ullpayacu (0,03 mg/L cada uno) y en la quebrada Mishuyacu (0,05 mg/L).

El amoníaco es la forma más reducida de nitrógeno y se encuentra en el agua, especialmente donde el oxígeno disuelto es insuficiente. Dependiendo de la temperatura y el pH (una medida de la acidez), altos niveles de amoníaco pueden ser tóxicas para la vida acuática. El pH alto y temperaturas más cálidas pueden aumentar la toxicidad del amoníaco a determinadas concentraciones de amoníaco. Las altas concentraciones de amoníaco pueden indicar contaminación. Fuentes importantes de amoníaco a los lagos y arroyos pueden incluir: desechos humanos y animales, y subproductos de los procesos industriales (Universidad de Carolina del Norte, EEUU)³.

- **pH**

Se observan niveles moderadamente a ligeramente ácidos (en orden decreciente de gravedad) en las quebradas Ulisescocha, Bujurquicocha, Anapasa, Ullpayacu y en la quebrada afluente a la cocha Ullpayacu. Igualmente en las cochas Boquichicocha, Piripiricocha, Shanshococho, Cabecera de la Cocha Ullpayaco, Pashicocha y Chirunchicocha. El valor más ácido se encontró en la Quebrada Ulisescocha (pH 4,9) siendo el rango de valores establecidos 6,5 – 8,5.

Es necesario investigar más detenidamente las posibles causas. Estas pueden ser por fuentes naturales como la presencia de ácidos húmicos que se generan en la degradación microbiana de las plantas. También se pueden encontrar valores bajos de pH (ácido) como resultado de la exposición al aire de algunos tipos de suelos y rocas, así como por actividades humanas (por ejemplo la presencia de generadores de electricidad, descarga de efluentes industriales, lugares de crianza de animales).

La Agencia de Protección del Ambiente de los EEUU (U.S. EPA) señala que “un cuerpo de agua que se considera que tienen un pH bajo cuando dicho valor se encuentra por debajo de 6 o 6,5, dependiendo del sistema.” Valores menores a 6,5 podrían afectar la vida de los organismos que viven en el agua (EPA). La disminución en el pH puede contribuir a la enfermedad, disminución del crecimiento, alteraciones del comportamiento, y una mayor susceptibilidad a otros factores de estrés en las especies de plantas y animales afectados. En última instancia, estos efectos pueden dar lugar a una mayor mortalidad, disminución del éxito reproductivo, y los cambios en la estructura de la población y de la comunidad y la función del ecosistema. Es posible también que algunas especies sensibles a pH bajo puedan disminuir, mientras que otras especies más tolerantes puedan aumentar. Las variaciones de pH pueden afectar a las diferentes

³ <http://www.unc.edu/~shashi/TablePages/ammonianitrogen.html>

etapas en la vida de especies (por ejemplo peces), lo que podría causar que algunas especies puedan disminuir. (EPA)).

- **Oxígeno Disuelto (OD)**

El oxígeno disuelto (DO) se refiere a la concentración de gas oxígeno incorporado en agua. Este oxígeno es necesario para la subsistencia de especies de plantas, peces y demás organismos acuáticos. Los valores bajos de OD indican poco oxígeno incorporado en el agua. El oxígeno entra en el agua por absorción directa de la atmósfera, que se ve reforzada por la turbulencia de las aguas. El agua también absorbe oxígeno liberado por las plantas acuáticas durante la fotosíntesis (EPA).

Se observan valores *fuera de la norma* en todas las cochas y en las quebradas Ulisescocha, Shoroyacu, Bujurjicocha y en la afluyente a la cocha Ullpayacu. Los valores más bajos se encontraron en las cochas Boquichico, Piripiricocha y en la quebrada Ulisescocha con valores de 1,3;1,5; y 2,1 mg/L respectivamente. Los demás valores inferiores a la norma se encontraron entre 3,6 y 4,8 mg/L.

Es muy importante investigar las razones por las cuales se encuentran valores tan bajos de oxígeno disuelto especialmente en las cochas Boquichico, Piripiricocha y en la quebrada Ulisescocha. Si bien las altas temperaturas reducen la solubilidad del oxígeno en el agua (es decir que las aguas a mayor temperatura suelen tener niveles menores de oxígeno disuelto que aguas más frías). Sin embargo los valores sobre todo de los lugares arriba mencionados, llaman mucho la atención y deben investigarse. Posibles causas puedan ser la descarga de aguas servidas (también por amoníaco), desechos sólidos orgánicos o nutrientes de plantas que pueden causar el aumento de la presencia de plantas resultando en una reducción del oxígeno disuelto por la descomposición de las plantas. Otras posibles causas pueden ser los sedimentos contaminados que pueden prevenir que ocurra una permeabilidad del oxígeno en zonas intersticiales.

1.2 Sedimentos

Las muestras de sedimentos corresponden a: (a) Nueve quebradas: Anapasa, Bujurquicocha, Ismacaño, Mishuyacu, Ullppayacu, Shoroyacu, Ulisescocha Afluyente a la cocha Ullpayacu, Capahuari. (b) Ocho cochas: Shanshococho, Pashincocha, Chirunchicocha, Pashincocha, Cabecera Cocha Ullpayacu, Boquichicocha, Piripiricocha, Ullpayacu; y del río Pastaza.

Los resultados de agua han sido contrastados con los valores establecidos en el la Guía de Calidad Ambiental de Canadá⁴.

⁴ Emitido por el Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente (CCME). Disponibles en:

- **Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAH)**

La quebrada Ullpayacu y en la cocha Chirunchicocha se encontraron los niveles más elevados de PAH. Los resultados evidencian un grado de contaminación importante sobre todo en la quebrada Ullpayacu (Tabla 1).

Tabla 1. Quebradas Ullpayacu y Cocha Chirunchicocha - Resultados de PAH con relación a la norma canadiense

PAH en los sedimentos de la Quebrada Ullpayacu	ISQG (Norma Canadiense) mg/kg	PEL (Norma Canadiense) mg/kg	Quebrada Ullpayacu mg/kg	Chirunchicocha mg/kg
Naftaleno	0,0346	0,391	0,09	Cumple
Acenaftileno	0,00587	0,128	0,16	Cumple
Fluoreno	0,00212	0,014	2,26	0,04
Fenantreno	0,0419	0,515	5,25	0,07
Pireno	0,053	0,875	2,47	0,39
Benzo(a)antraceno	0,0317	0,385	0,45	0,23
Criseno	0,0571	0,862	3,82	1,3

ISQG: (Interim Sediment Quality Guideline) Estándar interno de la calidad de sedimento: concentración por debajo de la cual no se presenta efecto biológico adverso

PEL: (Probable Effect Level) Nivel de efecto probable: Concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia

Efectos tóxicos de los PAH en el ambiente y seres humanos

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) son indicadores de toxicidad en casos de derrames o vertimientos de petróleo. En el caso del derrame de petróleo de la embarcación *Prestige* en España, el 13 de noviembre del 2002, se evaluó las concentraciones de PAH en sedimentos como una medida de la toxicidad del derrame en las especies acuáticas. Las concentraciones de PAH en los sedimentos pueden aumentar después de unos meses de ocurrido un derrame.

La movilización de los PAH en el medio ambiente depende de las propiedades de cada uno de ellos, como qué tan fácilmente se disuelven en el agua y qué tan fácilmente se evaporan en el aire. Si bien algunos PAH que se encuentran en la capa superficial del agua pueden evaporarse, por lo general los PAH no se disuelven fácilmente en el agua y la mayoría se adhiere a partículas sólidas depositándose en el fondo de ríos o lagos. En los suelos, es más probable que los PAH se adhieran firmemente a las partículas.

<http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/psamp/BoundaryBay/PSAMP-BBAMP%20documents/Canadian%20guidelines%20for%20water%20quality/SedimentProtAquaticLifeSummaryTables%28en%29.pdf>

El contenido de PAH presente en las plantas y los animales terrestres o acuáticos puede ser muchas veces más alto que las concentraciones de PAH presentes en el suelo o en el agua. La población puede exponerse a los PAH por ingestión de alimentos (por ejemplo peces) contaminados.

Los PAH son tóxicos, algunos compuestos de esta familia con conocidos carcinógenos.

“Los alimentos cultivados en suelos contaminados o en atmósferas contaminadas también contienen PAH. Cocinar carne y otros alimentos a altas temperaturas, lo cual ocurre al asar a las brasas o al carbón, aumenta las cantidades de PAH presentes en los alimentos.”

“Varios PAH, entre los que se incluyen benzo[a]antraceno, benzo[a]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno e indeno[1,2,3-c,d]pireno, han causado tumores en los animales de laboratorio que han respirado estas sustancias en el aire, que las han consumido o que han entrado en contacto con las mismas a través de la piel durante largos períodos de tiempo. Los estudios realizados en los seres humanos demuestran que las personas expuestas a través de la respiración o el contacto de la piel durante largos períodos de tiempo con mezclas que contienen PAH y otros compuestos también pueden contraer cáncer.”

“El Departamento de Salud y Servicios Humanos de EEUU (DHHS), la Agencia para la Protección del Ambiente EPA, y la Agencia Internacional para la investigación del Cáncer (IARC) han determinado que el benzo[a]antraceno, el benzo[b]fluoranteno, el benzo[j]fluoranteno, el benzo[k]fluoranteno, el benzo[a]pireno, el dibenzo[a,h]antraceno, el criseno y el indeno[1,2,3-c,d]pireno son reconocidos carcinógenos o posibles carcinógenos humanos.”

Fuente: ATSDR en español http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs69.html

- **Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)**

Se han encontrado niveles que sobrepasan el valor óptimo de la norma canadiense en trece (72%) de las dieciocho muestras. Se encontraron niveles notoriamente elevados en Chirunchicocha (19078 mg/kg) y en la quebrada Ullpayacu (11112 mg/kg) equivalente a 3,8 y 2,2 veces respectivamente el valor de intervención de la norma canadiense (5000 mg/kg). Ver efectos de los HTP en la página 2.

- **Mercurio**

Se encontraron niveles superiores al valor óptimo de la norma canadiense en las quebradas Anapasa, Mishuyacu, y en la cocha Chirunchicocha (valor más alto encontrado).

Resumen de los Resultados por Lugar de Toma de Muestra

I. Informe de ANA – agua y sedimentos-

Se encontraron niveles fuera de los estándares o valores guía en los siguientes lugares.

1.1 Quebradas

Anapasa

Agua: Plomo, nitrógeno amoniacal (5 veces la norma), nitrógeno amoniacal (5 veces la norma), pH (ácido).

Sedimentos: mercurio (supera el valor ISQG – Canadá), HTP (supera el valor óptimo de la norma canadiense).

Bujurquicocha:

Agua: pH (ácido), plomo, oxígeno disuelto (OD)

Sedimentos: HTP (supera el valor óptimo de la norma canadiense)

Ismacaño

Agua: Nitrógeno total, nitrógeno amoniacal.

Sedimentos: HTP (supera el valor óptimo de la norma canadiense)

Mishuyacu

Agua: Nitrógeno amoniacal, mercurio.

Ullpayacu

Agua: Plomo, aceites y grasas (valor más alto encontrado), hidrocarburos totales de Petróleo (HTP), nitrógeno total, nitrógeno amoniacal; pH (ácido), sólidos suspendidos Totales (10,8 veces el valor de la norma).

Sedimentos:

Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAH) –

Superan el ISQG de Canadá: naftaleno, acenaftileno, fluoreno, fenantreno, Pireno, Benzo(a)antraceno, criseno.

*****Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) Equivale a 2,2 veces el valor de intervención de Canadá**

Shoroyacu

Agua: Nitrógeno amoniacal (7 veces la norma), oxígeno disuelto (OD)

Afluente de la cocha Ullpayacu

Agua: Plomo, nitrógeno amoniacal (8,5 veces el valor de la norma), pH (ácido), oxígeno disuelto (OD)

Sedimentos: HTP (supera 2,54 veces valor óptimo según la norma canadiense)

Quebrada Ulisescocha

Agua: pH (ácido, el más ácido reportado de 4,9), oxígeno disuelto (OD)

Capahuari

Agua: nitrógeno amoniacal.

Sedimentos: HTP (supera 43 veces valor óptimo según la norma canadiense)

Ismacaño:

Agua: Nitrógeno total, nitrógeno amoniacal (ligeramente alto).

Sedimentos: HTP (supera el valor óptimo según la norma canadiense)

1.2 Cochas

Shanshococha:

Agua Nitrógeno total, nitrógeno amoniacal (equivalente a 17,5 veces el valor del Estándar, pH (ácido), oxígeno disuelto (OD)

Sedimentos: HTP (supera el valor óptimo según la norma canadiense)

Chirunchicocha

Agua: Plomo (3 veces el valor de la norma), nitrógeno total (ligeramente alto), pH (ácido), oxígeno disuelto (OD), zinc, Demanda Química de Oxígeno (DQO).

**Sedimentos: Mercurio. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAH)
Superan el ISQG de Canadá: fluoreno, fenantreno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno.**

****Hidrocarburos totales de petróleo (valor más alto, supera 3,8 veces el valor de intervención de la norma canadiense)**

Pashicocha:

Agua: pH (ácido), oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales

Sedimentos: HTP (equivalente a 22,78 veces el valor óptimo de la norma canadiense).

Cabecera de la cocha Ullpayacu:

Agua: **Plomo (81 veces el valor de la norma)**, pH (ácido), oxígeno disuelto (OD), nitrógeno total (2.5 veces la norma), Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Cocha Ismacaño:

Agua: **Plomo (7 veces el valor de la norma)**, nitrógeno total (casi el doble del valor de la norma), oxígeno disuelto (OD), zinc (doble de la norma), Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Sedimentos: HTP (equivale a 7.94 veces el valor óptimo de la norma canadiense)

Boquichicocha:

Agua: pH (ligeramente), oxígeno disuelto

Sedimentos: HTP (supera el valor óptimo según la norma canadiense)

Piripiricocha

Agua: pH (ligeramente), oxígeno disuelto.

Sedimentos: HTP y cromo (ambos superan el valor óptimo según la norma canadiense).

Cocha Ullpayacu:

Agua: oxígeno disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno, nitrógeno total equivalente a 3,5 veces el valor de la norma; nitrógeno amoniacal.

Sedimentos: HTP (Equivalente a 35 veces el valor óptimo de la norma canadiense)

1.3 Río

Río Pastaza

Agua: Sólidos suspendidos totales (5.4 veces el valor de la norma).

Observación

1. La mayoría de las muestras revelan contaminación por hidrocarburos. El 72% de las muestras de sedimentos (informe ANA) tienen niveles de hidrocarburos totales de petróleo que sobrepasan el valor óptimo según la norma canadiense para sedimentos. La quebrada Ullpayacu y en la cocha Chirunchicocha evidencian elevada contaminación por hidrocarburos. Esto se aprecia por los valores de PAH y de hidrocarburos totales de petróleo en ambos lugares. Esto también puede estar relacionado con el alto valor de aceites y grasas en la quebrada Ullpayacu (aceites y grasas).
2. Se observaron niveles de plomo superiores a la norma en 6 muestras: Quebradas Anapasa, Ullpayacu, quebrada afluente a la cocha Ullpayacu, cocha Ullpayacu, cocha Ismacaño y Chirunchicocha). El valor encontrado en la cabecera de la cocha Ullpayacu es 81 veces más alto que el valor de la norma. El de las cochas Ismacaño y Chirunchicocha son 7 y 3 veces el valor de la norma respectivamente.
3. Los niveles de mercurio en las muestras de sedimentos de Chirunchicocha y las quebradas Anapasa, Mishuyacu exceden el valor ISQG de Canadá.

2. Informe de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

2.1 Análisis microbiológico

DIGESA tomó 22 muestras de agua superficial y de consumo humano en trece comunidades nativas, en las quebradas Machín Poza y Shanshocochoa, en el puente a la altura del km 18 de la Carretera Principal y al costado de la Tubería de bombeo de la batería Capahuari Sur.

Se encontraron niveles muy elevados de coliformes totales y fecales en la muestra M5 correspondiente a la filtración de la calle Julián Guerra equivalentes a 16×10^3 de coliformes totales y 84×10 de coliformes fecales.

- **Coliformes fecales**

Los lugares con mayor contenido de coliformes fecales (en orden de mayor a menor) son:

	NMP/100 mL
M5 - filtración de la calle Julián Guerra	840
M1 - Quebrada Titiyacu	790
M3 – Río Pastaza	330
M2 - Quebrada Panitza	310
M16 – Río Pastaza	170
M18 – Río Pastaza	110
M10 – Pozo Comunal, Bomba manual – Alianza Capahuari	40
M15 – Surtidor bomba manual Soplin	37
M22 Pileta pública Sabaloyacu	20
M8 Grifo frente a casa II APU Alianza Topal	20
M9 Grifo pileta frente a colegio	

Alianza Capahuari 20

M20- Surtidor bomba
Manual de pozo 17m 18

- **Coliformes Totales**

Los lugares con mayor contenido de coliformes fecales (en orden de mayor a menor) son:

	NMP/100mL
M5 - filtración de la calle Julián Guerra	16000
M1 - Quebrada Titiyacu	2400
M2 - Quebrada Panitza	1200
M3 – Río Pastaza	490
M15 – Surtidor bomba manual Soplin	240
M18 – Río Pastaza	110
M8 Grifo frente a casa II APU Alianza Topal	130
M10 – Pozo Comunal, Bomba manual – Alianza Capahuari	40
M22 Pileta pública Sabaloyacu	20
M20- Surtidor bomba Manual de pozo 17m	18

La Tabla 2 compara los valores reportados con la Categoría A1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), de la norma peruana (D.S. 002-2008 MINAM). Si bien las muestras presentadas en el informe de DIGESA corresponden a agua de pozo, aguas subterráneas y aguas superficiales, y las condiciones en la selva son muy distintas, la comparación puede servir para ilustrar la calidad de agua que consume la población de las comunidades nativas de los lugares muestreados. La Tabla 3 contiene los valores de coliformes totales y fecales reportados en el informe de DIGESA en referencia, con los valores para las Categorías A2 y A3 del D.S. 002-2008 MINAM y los Valores Guía de la OMS.

Tabla 2. Comparación de valores reportados por DIGESA con los correspondientes a la Categoría A1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), de la norma peruana (D.S. 002-2008 MINAM)

Comunidad Nativa	Código	Tipo	Punto de muestreo	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes totales (NMP/100 mL) Categoría A1(*) D.S. 002-2008-MINAM	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	Coliformes fecales (NMP/100 mL) Categoría A1 (*) D.S. 002-2008-MINAM
Titiyacu	M1	Agua Superficial	Qda. Tintiyacu	2400	50	790	0
	M2	Agua Superficial	Qda. Panitza	1200	50	310	0
Nuevo Porvenir	M3	Agua Superficial	Río Pastaza	490	50	330	0
Nuevo Andoas	M4	Agua Superficial	Salida de Piscigranja	No se tomó muestra			
	M5	Agua Subterránea	Filtración Calle Julián Guerra (alt. Puente)	16000	50	840	0
	M6	Agua Potable	Grifo de pileta ubicada en Av. Petroperú	Se encontró cloro residual 3.5 mg/L			
Los Jardines	M7	Agua Potable	Grifo de pileta en campo deportivo de institución educativa	Se encontró cloro residual 0.8 mg/L			
Alianza Topal	M8	Agua Subterránea	Grifo frente a casa II Apu	1310	50	20	0
Alianza Capahuari	M9	Agua Subterránea	Grifo Pileta – Frente a colegio	78	50	20	0
	M10	Agua Subterránea	Pozo Comunal bomba manual	68	50	40	0
Andoas Viejo	M11	Agua Subterránea	Pileta bomba manual cerca al puesto de salud	< 1.8			
	M12	Agua Subterránea	Pileta pública de sistema con paneles solares	No se tomó muestra			
Pañayacu	M13	Agua Subterránea	Pozo bomba manual	<1.8			

	M14	Agua Subterránea	Pileta frente colegio primaria				
Soplin	M15	Agua Subterránea	Surtidor bomba manual	240	50	370	0
	M16	Agua Subterránea	Río Pastaza	16000	50	170	0
Loboyacu	M17	Agua Subterránea	Surtidor bomba manual	<1.8			
	M18	Agua Subterránea	Río Pastaza	220	50	110	0
Sungache	M19	Agua Subterránea	Surtidor Momba Manual de pozo 27m	<1.8			
	M20	Agua Subterránea	Surtidor bomba manual de pozo 17 m	40	50	18	0
Sabaloyacu	M21	Agua Subterránea	Surtidor bomba manual	<1.8			
	M22	Agua Subterránea	Pileta pública de sistema con electrobomba	40	50	20	0

A modo de referencia, el D.S. 002-2008-MINAM y la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecen los siguientes valores de parámetros microbiológicos.

Tabla 3. Valores de coliformes totales y fecales establecidos el D.S. 002-2008-MINAM para las Categorías A2 y A3; y valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

	Categoría A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional NMP/100 mL	Categoría A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado NMP/100 mL	Valores Guía OMS (*) 2006 UFC/100mL
Coliformes termotolerantes (**) (44.5 °C) (NMP/100 mL)	2000	20000	0
Coliformes totales (NMP/100 mL)	3000	50000	0

(*)Fuente: Mamani, E. 2012. *Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad para Agua Subterránea*. Ministerio del Ambiente. Tabla 43.

(**)Coliformes termotolerantes: Bacterias coliformes que producen ácido y gas a partir de lactosa a $44.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$ dentro de $24 \pm 2\text{h}$, también llamados coliformes fecales debido a su rol como indicador de contaminación fecal.

La OMS recomienda que el agua de bebida no debe contener coliformes fecales. Si bien las muestras han sido tomadas de aguas superficiales, subterráneas, grifos, pozos, piletas y surtidores la comparación con el valor guía de la OMS y con las categorías A2 y A3 pueden servir para tener una idea de la calidad de agua que consumen las poblaciones que viven en las de donde se tomaron las muestras de agua.

La OMS señala también

“La gravedad de los efectos sobre la salud humana ocasionados por agentes transmitidos por el agua es variable, de gastroenteritis leve a diarrea grave, a veces mortal, disentería, hepatitis y fiebre tifoidea. El agua contaminada puede ser la fuente de grandes epidemias de enfermedades, como el cólera, la disentería y la criptosporidiosis; sin embargo, la mayoría de los agentes patógenos transmitidos por el agua presentan otras vías de infección importantes, como el contacto de persona a persona y la transmisión por los alimentos.”

Fuente: OMS. Hoja de Información Microbiológica⁵

Por lo tanto el nivel de contaminación del agua de las muestras descritas indica que la población que consume agua de los puntos que exceden la norma indicados arriba, está expuesta a bacterias que ponen en riesgo su salud.

⁵ http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_11.pdf