

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y CIENCIAS EXCTAS**



**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**Relación de las concentraciones de metales pesados y coliformes  
fecales con la calidad ecológica del río Utcubamba, Amazonas, Perú.**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN**

**Código: OGI-2011-FI-002**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2012**

# **Relación de las concentraciones de metales pesados y coliformes fecales con la calidad ecológica del río Utcubamba, Amazonas, Perú.**

## **RESUMEN**

El presente estudio estuvo orientado a determinar la relación de las concentraciones de metales pesados y coliformes fecales con la calidad ecológica del río Utcubamba. Se realizaron tres muestreos, en los meses Junio, Agosto y Octubre. Se establecieron siete estaciones de muestreo, abarcando las provincias de Chachapoyas, Luya, Bongará Utcubamba y Bagua. Se midieron parámetros físicos como temperatura del agua, temperatura ambiental, conductividad, humedad y parámetros químicos como pH y metales pesados (Plomo, cobre, cadmio, mercurio y cromo). Además se colectaron muestras de agua para la evaluación de parámetros biológicos (Coliformes totales y fecales), mediante la técnica del Numero Mas Probable. Se encontró que no existe relación de las concentraciones de metales pesados y coliformes fecales con la calidad ecológica del río Utcubamba, además este se encuentra impactado por coliformes totales y fecales categorizándola para usos de categorías II, III, IV, V y VI, en relación a los metales pesados la concentración de cromo,  $< 0,035$  mg/L, es mayor que los estándares nacionales para agua - categoría IV, V, VI y la concentración de cadmio  $< 0,012$  mg/L, es mayor que los estándares nacionales para agua - categoría I, II, IV, V y VI.

Palabras clave: Calidad ecológica, río Utcubamba.

## **ABSTRACT**

This study aimed to determine the relationship of the concentrations of heavy metals and fecal coliforms in the ecological quality of the Utcubamba river. Three samples were taken, in the months June, August and October. Established seven sampling stations, covering the provinces of Chachapoyas, Luya Pomacochas-bongara Utcubamba and Bagua. Measured physical parameters such as water temperature, ambient temperature, conductivity, moisture and chemical parameters such as pH and heavy metals (lead, copper, cadmium, mercury and chromium). In addition water samples were collected for the evaluation of biological parameters (total and fecal coliforms), using the technique of Most Probable Number. We found no association of concentrations of heavy metals and fecal coliform to the river's environmental quality Utcubamba, this is also impacted by total and fecal coliform applications categorized to categories II, III, IV, V and VI on heavy metals chromium concentration,  $< 0.035$  mg / L, is greater than the national standards for water - Category IV, V, VI and cadmium concentrations  $< 0.012$  mg / L, is greater than the national standards for water - Category I, II, IV, V and VI.

Keywords: Ecological quality, river Utcubamba

## I. INTRODUCCIÓN

Amazonas pertenece a una región privilegiada en recursos hídricos, aunque todavía sin explotar. Cuenta con ocho cuencas hidrográficas, agrupadas en dos colectores principales: el Marañón (Amazonas y Cajamarca) y el Huallaga (San Martín), grandes ríos que forman parte del sistema hidrográfico del río Amazonas y pertenecen, como todos los ríos amazonenses, a la vertiente del Océano Atlántico. Las seis cuencas hidrográficas del colector del Marañón ubicadas en este departamento aportan un escurrimiento anual de 3 282 m<sup>3</sup>/segundo y son las del Alto Marañón (de drenaje multidepartamental); la del río Santiago (de carácter binacional); y la de los ríos Cenepa (que nace en la divisoria de aguas de la Cordillera del Cóndor), Utcubamba, Chiriaco y Nieva. De estos ríos, tanto el Cenepa como el Santiago corren de norte a sur, por la margen izquierda del Marañón.

El río Santiago, que nace en la República de Ecuador, es navegable en pequeñas embarcaciones y es uno de los ríos de mayor caudal en el departamento, aportando al Marañón un escurrimiento anual de 1 238 m<sup>3</sup>/segundo. Los ríos Nieva, Chiriaco y Utcubamba se ubican, en cambio, en la margen derecha del Marañón y discurren de sur a norte hasta encontrarse con el Marañón. De ellos, el de mayor aporte hídrico es el Utcubamba, ubicado al oeste de los otros dos ríos.

Entre los principales problemas que afectan el medio ambiente amazonense se encuentra la contaminación de los ríos por la evacuación de aguas servidas de las principales ciudades, así como por los herbicidas que utilizan los cultivadores de arroz, la deforestación de los bosques también es un problema que causa graves trastornos ambientales.

Ante la contaminación de los ríos es importante monitorear constantemente estos para conservar su calidad natural. El río Utcubamba no está extento de la contaminación

antrópica por ello es necesario evaluar parámetros físicos, químicos y biológicos que revelen la calidad del agua del mismo.

La contaminación del agua se ha convertido en una amenaza para la existencia continuada de muchas comunidades vegetales y animales del ecosistema, pues al alterarse las condiciones fisicoquímicas del agua se verán afectados también los componentes biológicos de ese hábitat, alterando de esta manera la calidad ecológica del agua del río (Domínguez y Fernández, 1998).

En estudios realizados (García y Mostacero, 2007) se encontró que el agua del río Utcubamba se encuentra impactado negativamente por residuos sólidos y líquidos con una importancia de -42; sin embargo este impacto es recuperable a mediano plazo si se considera las medidas correctivas pertinentes.

Actualmente en Amazonas se ha realizado varias concesiones mineras, cuatro compañías han sido beneficiadas con 48 concesiones mineras en el distrito de Cajaru, según resoluciones del Ministerio de Energía Minas expedidas hasta el 15 de setiembre del 2009. Estas autorizaciones para explorar y explotar minas abarcan un total de 44,400 hectáreas del territorio cajarurino.

Las empresas que en cualquier momento ingresarán a explotar minerales en Cajaru, son: Votorantim Metais S. A., favorecida con 35 concesiones y con un total de 33,600 hectáreas; Compañía Minera Pilar del Amazonas S. A., con 8 concesiones y 4,200 hectáreas; Cerro La Mina S. A., con 3 concesiones y 2,400 hectáreas; Minera Solitario Perú SAC, con 2 concesiones y 1,200 hectáreas.

Por otro lado, en el distrito de Jamalca se ha detectado una concesión minera, de 600 hectáreas, que sería operada por la compañía Votorantim Metais; y en el distrito de Bagua Grande, 2 concesiones mineras con 1,400 hectáreas, otorgadas a Cementos

Selva S. A. En total, en la provincia de Utcubamba se han adjudicado 46,400 hectáreas para la industria minera.

Ante el crecimiento poblacional y sus diferentes actividades; la instalación de mineras y la falta de concientización ambiental existe un alto riesgo de contaminar el agua del río Utcubamaba, por ello el monitoreo constante es importante para mantener la calidad ecológica del río.

A nivel mundial los ríos vienen siendo contaminados por actividades antrópicas lo que se expresa en presencia de metales, microorganismos, eutrofización del agua, etc., esta contaminación afecta a los seres vivos que habitan en los cuerpos de agua e impacta el entorno del mismo. Por ello es necesario realizar constantemente el monitoreo de los ríos de tal forma que se controle a través de diferentes pruebas de laboratorio la calidad del agua de los ríos.

En Durango, México, el cauce del río El Tunal, se observa eutroficado ó séptico una manera rápida de revisar su calidad es midiendo su contenido de oxígeno (OD) y coliformes fecales, donde el primero es un parámetro referido de manera universal como fácil de medir e interpretar, sus cambios son inversamente proporcionales a los contenidos de materia orgánica en descomposición, de tal forma que a mayor contenido de materia orgánica menor contenido de OD en el agua. Si los datos son interpretados de manera correcta puede ser usado en sustitución de la DQO y DBO; por lo que respecta a coliformes fecales (CF) su presencia presume la existencia de bacterias patógenas así como la de parásitos, lo que implica un riesgo directo a la salud de personas y animales (Pérez y et. al., 2004) (Vásquez, et.al., 2006).

En Bolivia el Río Pilcomayo recibe metales pesados provenientes de la meteorización de formaciones geológicas recientes y cuerpos mineralizados proclives a ser movilizados por la erosión hídrica; la lixiviación de estos minerales da lugar a la

movilización de iones metálicos que se incorporan al río. Más aún, las actividades mineras en Bolivia, asentadas sobre todo en el departamento de Potosí, y las transformaciones del uso de la tierra, dentro de los límites de la cuenca del Pilcomayo, alteran el equilibrio del sistema contaminándolo (Oller y Goitia, 2005) (Smolders y Lanza, 1998).

Los principales contaminantes del río Pilcomayo son aguas ácidas, desechos sólidos, efluentes de ingenios de beneficio compuesto por partículas sólidas (enriquecido en metales pesados), fluidos con altos contenidos de metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos (cianuros); todos estos residuos provienen de excavaciones subterráneas del cerro rico de Potosí que van a parar a las cuencas menores del río Pilcomayo como las de Mataka, Tumusla, Tarapaya y otros (Castro y Puch, 1998).

En el Perú el río Utcubamba esta siendo impactado por diferentes actividades de los pobladores. Es un río que nace cerca de Leymebamba, a 90 kilómetros de Chachapoyas en la Provincia de Chachapoyas en la Región Amazonas en los Andes en el norte del Perú. Cerca de Bagua se une con el río Marañón.

El nombre "Utcubamba" viene del Quechua local. Anteriormente se utilizaba el valle del Río Utcubamba para algodón. "Utcu" significa algodón, "Bamba" es la pampa - la pampa del algodón.

Para viajar en barco el río Utcubamba es demasiado pequeño pero da vida a varias plantas hidroeléctricas que dan electricidad a la mayoría de la Región Amazonas.

El valle del Utcubamba se utiliza para la agricultura, el clima tropical y las posibilidades de regar las chacras con el agua del río son muy favorables por ejemplo para la Yuca, el maíz, el arroz, la caña y el plátano.

Estudios realizados en el río Utcubamba (García y Mostacero, 2007) se ha encontrado que se encuentra impactado por residuos sólidos y líquidos, siendo el plástico el mayor contaminante de los residuos sólidos en un 27.2% del total.

El agua de los ríos se ven impactadas por microorganismos patógenos que son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

Llegan también a los ríos desechos orgánicos que son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de oxígeno).

Sustancias químicas inorgánica llegan por diferentes fuentes a los ríos, en este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están



en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

Por lo anteriormente mencionado el objetivo de la presente investigación fue evaluar la relación entre las concentraciones de metales pesados y coliformes fecales con la calidad ecológica del río Utcubamba.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1 Determinación de las estaciones de muestreo:

Se establecieron siete estaciones de muestreo: La primera en la naciente del río, las cinco estaciones siguientes se establecieron en todo el recorrido hasta antes de llegar a la desembocadura, para ello se tuvo en cuenta el siguiente criterio: Fuente de contaminación y cercanía a un centro poblado. Finalmente la última estación se ubicó en la desembocadura del río.

Dada las condiciones de tiempo de ejecución establecidas en el presente proyecto, los muestreos se realizaron en los meses de Junio, Agosto y Octubre.

Tabla 01. Estaciones de muestreo en todo el recorrido del río Utcubamba.

<b>Estación</b>	<b>Denominación</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>
E-1	Naciente	Leimebamba	Chachapoyas
E-2	Tingo Viejo	Tingo	Luya
E-3	Yerbabuena	Chachapoyas	Chachapoyas
E-4	Tingorbamba	Chachapoyas	Chachapoyas
E-5	Pedro Ruiz	Pedro Ruiz	Bongará
E-6	El Milagro	El Milagro	Utcubamba
E-7	Desembocadura	Bagua	Bagua

## ESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS ESTACIONES DE MUESTREO



Foto 1. Estación de muestreo 1



Foto 2. Estación de muestreo 2



Foto 3. Estación de muestreo 3



Foto 4. Estación de muestreo 5



Foto 6. Estación de muestreo 6



Foto 7. Estación de muestreo 7

## 2.2 Medición de Parámetros físicos – químicos:

Se utilizaron botellas y frascos de vidrio donde se recogieron muestras significativas de cada punto referido.

Se midieron los siguientes parámetros:

Físicos: Temperatura del agua, temperatura ambiental, conductividad, humedad.

Químicos: pH, Oxígeno disuelto, Plomo, Cobre.



Foto 8. Recolección de muestra de agua



Foto 9. Conservación de muestras de agua



Foto 10. Multiparámetro para análisis de campo



Foto 11. Determinación de parámetros químicos



Foto 12. Evaluación de pH y temperatura del agua

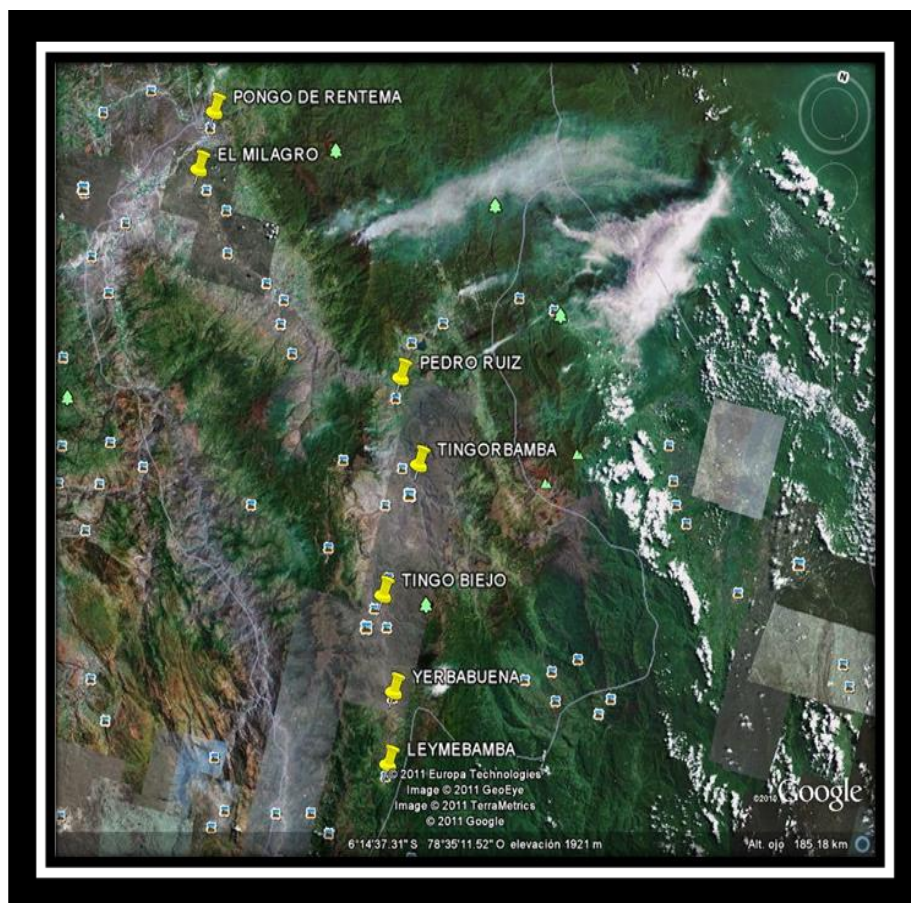


Foto 13. Ubicación de puntos para evaluación de parámetros físicos, químicos y biológicos

### 2.3. Evaluación del Nivel de Coliformes Totales y Fecales

Se realizaron tres muestreos en los meses de Junio, Agosto y Octubre. En cada muestreo se colectó una muestra por estación, para ello se utilizaron frascos de vidrio de boca ancha, previamente esterilizados, de 500 ml con tapa rosca.

Las muestras de agua colectadas se llevaron al Laboratorio de Bioquímica y Microbiología de la UNTRM, para determinar el nivel de Coliformes Totales y Fecales, siguiendo la técnica del NMP (Rubio, 1995).



Foto 14. Medio de cultivo para coliformes



Foto 15. Preparación de Caldo BRILA



Foto 16. Preparación de de la muestra



Foto 17. Muestra lista para incubación

### **III. RESULTADOS**

- La tabla 2 muestra los valores promedio de diferentes parámetros físicos en siete estaciones de muestreo.
- En la tabla 3 se observa los valores promedio de pH en siete estaciones de muestreo durante tres muestreos.
- La tabla 4 presenta los valores promedio de NMP/ml para coliformes totales y fecales en las siete estaciones de muestreo.
- En la tabla 5 se observa los valores promedio de metales pesados en las siete estaciones de muestreo.





**Tabla 5. Valores promedio de metales pesados en las siete estaciones de muestreo.**

<b>METALES</b> <b>ESTACIÓN DE MUESTREO</b>	<b>PLOMO</b> <b>mg/L</b>	<b>COBRE</b> <b>mg/L</b>	<b>CADMIO</b> <b>mg/L</b>	<b>MERCURIO</b> <b>mg/L</b>	<b>CROMO</b> <b>mg/L</b>
Estación 1	< 0,3	< 0,035	< 0,012	< 0,0001	< 0,028
Estación 2	< 0,3	< 0,035	< 0,012	< 0,0001	< 0,028
Estación 3	< 0,3	< 0,035	< 0,012	< 0,0001	< 0,028
Estación 4	< 0,3	< 0,035	< 0,012	< 0,0001	< 0,028
Estación 5	< 0,3	< 0,035	< 0,012	< 0,0001	< 0,028
Estación 6	< 0,3	< 0,035	< 0,012	< 0,0001	< 0,028
Estación 7	< 0,3	< 0,035	< 0,012	< 0,0001	< 0,028

#### IV. DISCUSIÓN

Para evaluar la calidad del agua se evalúan parámetros físicos, químicos y biológicos. El estudio de los parámetros físicos en un río es importante porque ello va a determinar la presencia de diferentes especies o la extinción de otras. Los resultados que se obtienen de la medición de una muestra de agua son menos importantes que las variaciones que se pueden observar durante un determinado periodo de tiempo por ello los monitoreos en esta investigación fueron realizados entre los meses junio y octubre.

En nuestro estudio se observó que la mínima temperatura del agua, 13,5°C; se registró en la estación de muestreo 1 y la máxima temperatura del agua, 24 °C se encontró en la estación 6 (Tabla 2), esto se debe probablemente a la ubicación geográfica puesto que la primera se encuentra en la cuenca alta (Distrito de Leymebamba), mientras que la segunda en la cuenca baja (Distrito de Bagua). La temperatura es un factor que importante que determina la periodicidad y reproducción de los organismos. El aumento de la temperatura en el agua no sólo puede dañar la vida acuática, sino también puede afectar la habilidad del agua para retener oxígeno y la habilidad de los organismos para resistir ciertos tipos de contaminantes (Smolder y Lanza, 1998).

En relación a la conductividad, otro parámetro físico estudiado, se encontró que en la estación 3 (Distrito Chachapoyas), se registra el menor valor, 0.19 mS/cm y el mayor valor se observó en la estación 5 (Distrito Pedro Ruiz), 1.32 mS/cm (Tabla 02). A medida que la concentración iónica aumenta, aumenta también hasta cierto límite la conductividad, asimismo la variación de la temperatura modifica notablemente la conductividad. Los valores normales de conductividad en aguas dulces están entre 0.1 y 2 mS/cm.

El pH es un parámetro químico que indica la acidez del agua. El rango varía de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica un rango básico. Por definición, el pH es en realidad una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Agua que contenga más iones de hidrógeno tiene una acidez mayor, mientras que agua que contiene más iones de hidróxido indica un rango básico (Oller y Goitia, 2005).

En nuestra investigación se encontró que en las siete estaciones de muestreos el pH es alcalino (Tabla 3), probablemente por la contaminación por residuos sólidos y líquidos. La contaminación puede cambiar el pH del agua, lo que a su vez puede dañar la vida animal y vegetal que existe en el agua. Las aguas dulces tienen el pH entre 6.5 y 8.7

Otro indicador de la calidad del agua de los ríos es la detección de coliformes totales y fecales. Los coliformes se definen como bacterias entéricas, las cuales son aerobias o anaerobias facultativas, gran negativas, no esporuladas, fermentan la lactosa a 35°C en 48 horas. Los coliformes se descargan en gran número al ambiente a través de las heces de los humanos y animales provocando contaminación del agua (Pérez, et. al., 2004).

La contaminación del agua indica un estado cualitativo de impureza o suciedad de las aguas hidrológicas de una cierta región, tal como cuenca hidrográfica. Ello es consecuencia de una situación o un proceso que reduce la utilidad de las aguas de nuestro planeta, especialmente por sus efectos en la salud humana y el medio ambiente.

La contaminación causada por el hombre altera el equilibrio natural de las aguas al añadir residuos procedentes de diversas fuentes. Los ríos pueden contaminarse por el vertido de aguas residuales y el arrojado de residuos sólidos, tal como ocurre en todo el margen del río Utcubamba, dando lugar a un elevado número de coliformes fecales y totales como lo demuestra nuestro estudio (Tabla 04).

Según la Ley General de agua, aprobado con el Decreto Supremo 261-69-AP, modificado por Decreto Supremo 007-83-SA y Decreto Supremo 003-2003-SA el agua se clasifica según sus usos: I, Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección; II, Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración; III, Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales; IV, Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares); V, Aguas de zona de pesca y de mariscos bivalvos y VI, Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

Según la norma antes indicada los límites (NMP/100ml) para coliformes totales según el uso del agua son: I, 8.8; II 20000; III, 5000; IV, 5000; V,1000; VI, 20000 y para coliformes fecales (NMP/100ml) son: I, 0; II 4000; III, 1000; IV, 1000; V,200; VI, 40000

Los coliformes se consideran como indicadores de contaminación fecal en aguas de consumo humano y en los medios acuáticos son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales; por tanto su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura, así mismo su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal, en la tabla 04 observamos que el mayor valor en relación a coliformes totales y se registró en las estaciones de muestreo III, V, VI y VII cuyo valor fue  $\geq 1\ 100$ , esto implica que el agua del río Utcubamba estaría categorizada según la Ley General de Agua para los usos de las categorías II, III, IV y VI. Mientras que en esta investigación se encontró en las estaciones II, III, IV, V, VI y VII el mayor número de coliformes fecales cuyo valor fue  $\geq 1\ 100$ , categorizándolas como agua para usos II y VI.

Los valores antes expuestos probablemente son producto de la contaminación antrópica, por la eliminación de residuos sólidos y líquidos sin tratamiento alguno, al río Utcubamba; sin embargo la Autoridad Nacional del Agua (ANA) autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las autoridades en materia ambiental y en materia de salud sobre el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, quedando prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

Otro parámetro estudiado en esta investigación fue los metales pesados. Los metales pesados son elementos metálicos con gran peso atómico, por ejemplo: mercurio, cromo, cadmio, arsénico, plomo, cobre, zinc y níquel. A bajas concentraciones pueden afectar a los seres vivos y tienden acumularse en la cadena alimenticia.

Los metales pesados estudiados en esta investigación fueron el plomo, cobre cadmio, mercurio y cromo. Los metales pesados normalmente aparecen en el agua superficial procedentes de las actividades comerciales e industriales y tienen que eliminarse si el agua residual se va a reutilizar.

En la tabla 3 se observa los valores de los metales pesados en las siete estaciones de muestreo, encontrándose en todas ellas, para el plomo un valor  $< 0,3$  mg/L, esta concentración no se puede evaluar porque el límite de detección del método del laboratorio es mayor que el valor límite establecido en la R.J. N° 291-2009-ANA. Para el caso de

cobre la concentración encontrada fue  $< 0,035$ , valor que es menor a los estándares nacionales de calidad ambiental para agua – categoría I, II y III, no así para las categorías IV, V y VI. Para el cadmio la concentración hallada fue  $< 0,012$ , valor por debajo de los estándares para la categoría III, siendo mayor para las categorías restantes. En relación a las concentraciones de mercurio y cromo son menores a los estándares nacionales.

Los valores antes encontrados se justifican por la ausencia de actividades comerciales, industriales y mineras en la cuenca del Utcubamba, sin embargo fue necesario este estudio por el peligro que existe de futuras inversiones mineras en Amazonas.

Los criterios de calidad del agua consisten en límites cuantitativos y directrices para controlar los elementos químicos, biológicos y tóxicos en las masas de agua. Un enfoque tecnológico cada vez más aceptado consiste en la evaluación y la gestión de los riesgos ecológicos como base de la legislación sobre la contaminación del agua. Este modelo se basa en el análisis de las ventajas y los costes ecológicos de cumplimiento de las normas o límites. Actualmente se propone realizar una valoración de los riesgos ecológicos acuáticos como ayuda para establecer los límites de control de la contaminación del agua, especialmente para proteger la vida acuática.

## V. CONCLUSION

- No existe relación de las concentraciones de metales pesados y coliformes fecales con la calidad ecológica del río Utcubamba.
- El agua del río Utcubamba se encuentra impactado por coliformes totales y fecales categorizándola para usos de categorías II, III, IV, V y VI.
- La concentración de cromo,  $< 0,035$  mg/L, es mayor que los estándares nacionales para agua - categoría IV, V y VI.
- La concentración de cadmio  $< 0,012$  mg/L, es mayor que los estándares nacionales para agua - categoría I, II, IV, V y VI.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar monitoreos constantes en la cuenca del Utcubamba para seguir evaluando la calidad del agua.
- Cumplir con la normatividad establecida por la Autoridad Nacional del Agua.
- Concientizar a las autoridades para no eliminar residuos sólidos ni líquidos, sin previo tratamiento, al río Utcubamba.
- Realizar los estudios de impacto ambiental necesarios a los proyectos de inversión comercial, industrial o minera.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, H. y E. Puch. 1998. Evaluación del grado de contaminación en aguas y suelos de las principales cuencas menores del departamento de Potosí. En Seminario-taller: Situación ambiental del Río Pilcomayo. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Prefectura de los departamentos de Potosí, Sucre y Tarija. Bolivia.
- García, F. y J. Mostacero. 2007. Impacto de los Residuos Sólidos y Líquidos en la Calidad Microbiológica del Agua del Río Utcubamba, Amazonas, Perú; 2005. **SCIÉNDO** 10 (1):35-43.
- Domínguez, E. y H. Fenández. 1998. Calidad de los ríos de la cuenca del Salí medida por un índice biótico. Serie Conservación de la Naturaleza N° 12. Fundación Miguel Lillo. Tucumán. Argentina.
- Oller, C. y E. Goitia. 2005. Macroinvertebrados bentónicos y metales pesados en el río Pilcomayo (Tarija, Bolivia). Rev. Bol. Ecol. 18: 17- 32, 2005. Bolivia.
- Pérez, M.; M. Burciaga; E. Mediana; A. Martínez y G. Gonzales. 2004. Evaluación del contenido de oxígeno y coliformes fecales en el agua del rio el Tunal en Durango. Instituto Tecnológico de Durango. México.
- Rubio, M. 1995. Lecciones de Microbiología y Medios de Cultivo. Manual de Laboratorio. 4<sup>ta</sup> ed., Ediciones laborales SRL. Lima, Perú.
- Smolders, A. y I. Lanza. 1998. La contaminación del Río Pilcomayo y el pez sábalo (*Prochilodus lineatus*). Universidad Católica de Nijmegen. Holanda.
- Vázquez, M.; G. Aguirre; J. Sánchez; R. Castañeda y J. Rábago. 2006. Contenido de metales pesados en agua, sedimentos y ostiones de la Laguna de San Andrés en Tamaulipas. Convocatoria de Tesis de Calidad del Premio Universitario. México.



## **ANEXOS**



### Estación 06:

<b>EL MILAGRO</b>	<b>HORA</b>	3:23 PM
	<b>GPS</b>	770676 E
		9376462 N
	<b>Altitud</b>	391 msnm



<b>PH</b>	8.26
<b>T° Ambiente</b>	31.1°C
<b>T° Agua</b>	23°C

Vista satelital El Milagro



del agua



Analizando el PH y la temperatura

Tabla 1. Límites de calidad de agua vigentes en el Perú, según la ley General de aguas Decreto Supremo 261 – 69 – AP, modificado por Decreto Supremo 007 – 83 SA.

Parámetro	Unidad	Uso de curso de Agua					
		I	II	III	IV	V	VI
Límites Bacteriológicos							
<b>Coliformes Totales</b>	NMP/100ml	8.8	20000	5000	5000	1000	20000
<b>Coliformes Fecales</b>	NMP/100ml	0	4000	1000	1000	200	4000
Límites Físicos							
<b>pH</b>		N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Límites de Demanda Bioquímica de Oxígeno y de Oxígeno Disuelto							
<b>Oxígeno Disuelto</b>	mg/l	3	3	3	3	5	4
<b>D.B.O.</b>	mg/l	5	5	15	10	10	10
Límites de Sustancias Potencialmente Peligrosas							
<b>Selenio</b>	mg/l	0.01	0.01	0.05	-	0.005	0.01
<b>Mercurio</b>	mg/l	0.002	0.002	0.01	-	0.0001	0.0002
<b>P.C.B.</b>	mg/l	0.001	0.001	-	-	0.002	0.002
<b>Esteres Estalatos</b>	mg/l	0.0003	0.0003	0.0003	-	0.0003	0.0003
<b>Cadmio</b>	mg/l	0.01	0.01	0.05	-	0.0002	0.004
<b>Cromo</b>	mg/l	0.05	0.05	1.00	-	0.05	0.05
<b>Niquel</b>	mg/l	0.002	0.002	-	-	0.002	-
<b>Cobre</b>	mg/l	1.0	1.0	0.50	-	0.01	-
<b>Plomo</b>	mg/l	0.05	0.05	0.1	-	0.01	0.03
<b>Zinc</b>	mg/l	5.0	5.0	25.0	-	0.02	-
<b>Cianuros (CN)</b>	mg/l	0.2	0.2	-	-	0.005	0.005
<b>Fenoles</b>	mg/l	0.0005	0.001	-	-	0.001	0.1
<b>Sulfuros</b>	mg/l	0.001	0.002	-	-	0.002	0.002
<b>Arsénico</b>	mg/l	0.1	0.1	0.2	-	0.01	0.05
<b>Nitratos</b>	mg/l	0.01	0.01	0.1	-	N.A.	N.A.
<b>Pesticidas</b>	mg/l	Se utiliza valores de la EPA					

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).
- V. Aguas de zona de pesca y de mariscos bivalvos.
- VI. Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.