

EVALUACION DE LA CONTAMINACION ANTROPICA DE LAS AGUAS DEL RIO JILLUSAYA

Mary Liliana Flores B, Oswaldo Ramos R, Elvira Gisberth*

Laboratorio de Hidroquímica, Instituto de Investigaciones Químicas (IIQ), Carrera de Ciencias Químicas, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Casilla 303, La Paz- Bolivia.

Keywords: contaminación, antrópica, hidrogeoquímica

ABSTRACT

The water pollution in the Jillusaya River was accomplished. Sampling points were defined and analyses pursued. Twenty-six physico-chemical parameters were determined. Biological analyses performed comprised: water quality proofs: DBO₅, DQO, OD and bacteria's determinations. As a conclusion of the obtained results, we derived that waters from the Jillusaya River are inapt neither for direct human consumption nor for use as legume culture in the surrounding culture terrains.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la contaminación hídrica del río Jillusaya, desde la urbanización Coqueni hasta el puente Calacoto (7 km) en dos épocas del año 2008.

El primer muestreo se realizó en época de lluvias en el mes de febrero, el segundo en época seca en el mes de agosto. Se determinaron 26 parámetros fisicoquímicos, además se realizaron análisis microbiológicos como: Escherichia Coli, coliformes totales y las pruebas de DBO₅, DQO, OD para determinar la calidad de las aguas.

El área de estudio se dividió en tres zonas: alta, media, baja debido a la diferencia de actividades en cada una de ellas, los resultados de los análisis nos sirvieron para generar diagramas SIG que nos permitieron observar el comportamiento de los contaminantes a lo largo del curso del río, también se demuestra que las aguas de este río no son aptas para consumo humano, ya que están contaminadas microbiológicamente con Escherichia Coli y coliformes totales ambos de origen humano y animal, pues no es aconsejable su uso para riego especialmente si se trata del riego de hortalizas.

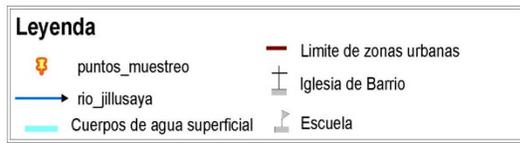
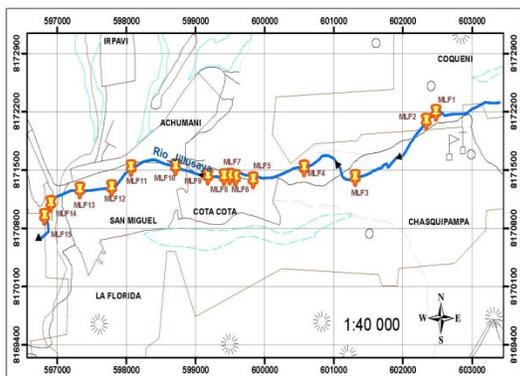
Corresponding author: mliliana_flores@yahoo.com

INTRODUCCION

El río Jillusaya esta ubicado en el valle alto de La Paz con una altitud promedio de 3600 msnm, nace de la confluencia de dos ríos el Charapaya y Jaque Jaque, en su recorrido tiene tres afluentes principales el río San Jose, Achumani, Irpavi para desembocar en el Choqueyapu. El área de estudio se dividió en tres zonas debido a las diferencias de cada una, una zona alta comprende las urbanizaciones de Coqueni, Chasquipampa la parte alta de Cota Cota, existe escasa vegetación, la predominante es eucalipto (eucaliptus glubulus). A los costados del río existen casas las que descargan su agua residual directamente al río. La zona media comprende en campus universitario de Cota Cota donde existen distintas actividades como la recreacional, enseñanza, investigación. En la zona media se encuentra la estación experimental dependiente de la facultad de agronomía, donde siembran distintos productos como papa, zanahoria, cebolla, haba entre otros, también tienen animales, y arboles frutales, pues el agua del río esta siendo desviado y mediante una sedimentación el agua es utilizada para el riego. En la zona baja se encuentra la parte baja de Cota Cota, Calacoto, estas zonas están urbanizadas, cuentan con los servicios básicos. Además existe también áreas recreacionales que son muy concurridos los fines de semana. Tanto la zona alta y baja es importante la extracción de arena, estas personas están expuestas a la contaminación del río Jillusaya. En casi todo el trayecto el río Jillusaya sirve de depósito de basura lo que también contamina el río.

RESULTADOS, DISCUSION

El pH en la zona media en época húmeda tiende a un valor relativamente constante aproximadamente 8, mientras que en época seca aumenta debido a la presencia de carbonatos que determinan el valor del pH 8-9 (Fig. 2). En la zona baja el cambio más significativo es el punto MLF11 (puente Achumani) ya que en época húmeda presenta un pH de 7,19 en época seca y un pH de 8,36, esta diferencia puede deberse a la escorrentía directa o indirecta que se ve más influenciado por la descarga de agua residual. Similar comportamiento muestran los otros parámetros (CE, TDS, Eh, °T), debido a la influencia los ríos Achumani, Irpavi. Una vez analizado las muestras fueron introducidas al programa Aquachem versión 5.0, este es un programa en el que se puede acceder a una serie de gráficos para poder interpretarlos de una mejor manera, nosotros escogimos los diagramas de Piper pues nos da una caracterización hidrogeoquímica en ambas épocas. Además también usamos los diagramas de Stiff.



Elaborado: abril 2009

Figura 1 Ubicación de los puntos de muestreo

Análisis fisicoquímico de los puntos de muestreo

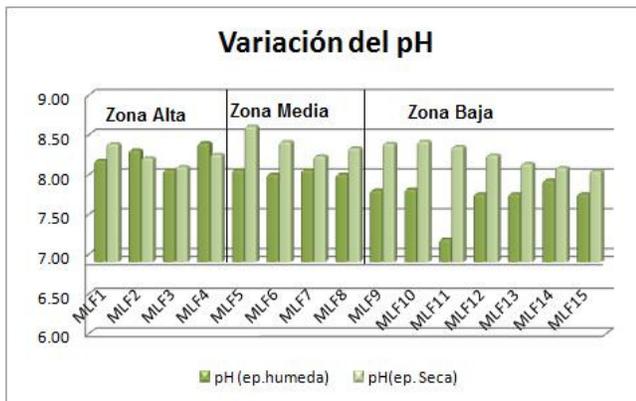


Figura 2 Comportamiento del pH en ambas épocas de muestreo

En la zona alta la caracterización hidrogeoquímica corresponde a *carbonatada sódica* en época húmeda (Fig. 3), y *bicarbonatada sódica* en época seca, este cambio es debido a la combinación de procesos de la hidrólisis del carbonato. En la zona media la clasificación hidrogeoquímica en época húmeda es *bicarbonatada cálcica* y época seca es *carbonatada cálcica*, este cambio es debido a que en época seca existe la presencia mayoritaria de carbonatos. En la zona baja en época húmeda es *bicarbonatada cálcica* y en época seca es *carbonatada sódica* (Fig.4), por la presencia de rocas carbonosas (Custodio y Llamas, 1985) que por supuesto dan al agua el carácter carbónico ya sea de Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} . Otra fuente se origina de la fijación del CO_2 del ambiente y la oxigenación por el curso pedregoso que presenta este sistema.

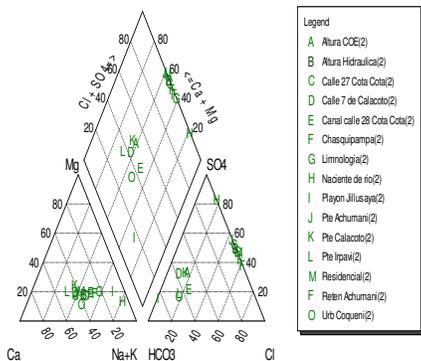


Figura 3 Diagrama Piper en época Húmeda

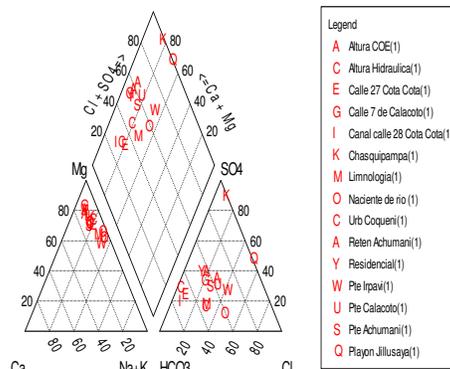


Figura 4 Diagrama Piper época seca

En la (Fig.5) se observa que existe un impacto mayor en la zona media (Campus Universitario de Cota Cota) ya que el área de los polígonos en esta zona es mayor respecto a la zona alta y baja. En el diagrama de Stiff (Fig. 6) se observa un efecto contrario ya que en época seca ahora el área de los polígonos es mayor en las tres zonas, debido a la concentración por evaporación pues existe ausencia de lluvias. Los siguientes diagramas fueron obtenidos de una modelización utilizando el SIG y el programas Ilwis, estos diagramas nos muestran el comportamiento a lo largo del curso del río que esta representado por la distancia (m) vs concentración de cada analito independientemente en (meq/L) (Fig. 7a, 7b). En época húmeda (Fig. 7a) la presencia de la relación de Ca-SO4 que se puede observar el incremento hasta los 4000 m (zona alta) debido a la dilución de los escombros de construcción echados en el río, también se observa el fenómeno de dilución (zona media y baja) por el agua del río Achumani, Irpavi, además de la descarga de agua residual con la consiguiente disminución de la concentración es por esta razón que los picos son mas pequeños la zona baja.

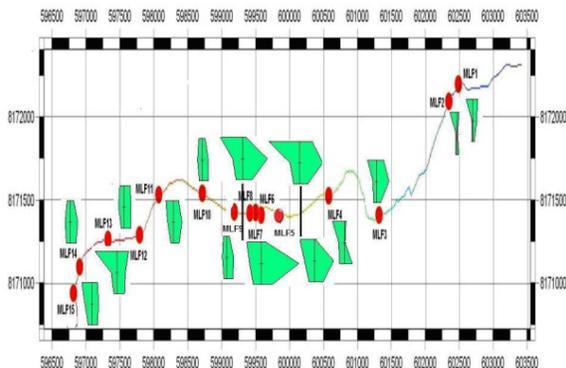


Figura 5 Diagrama de Stiff en época húmeda.

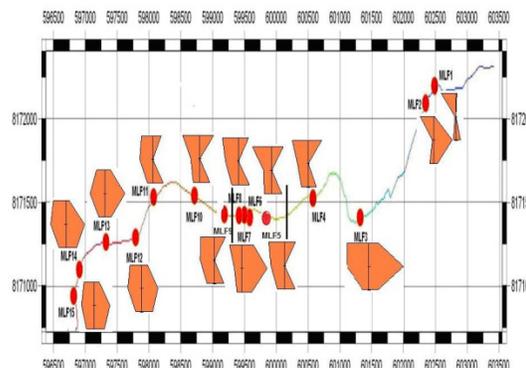
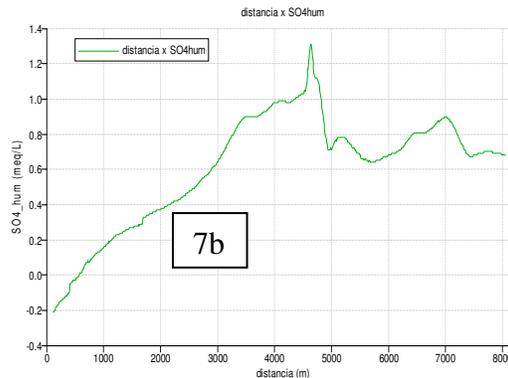
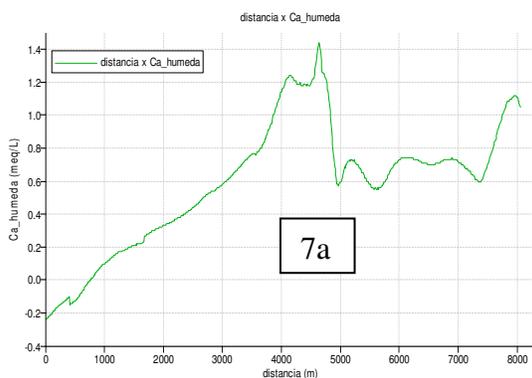
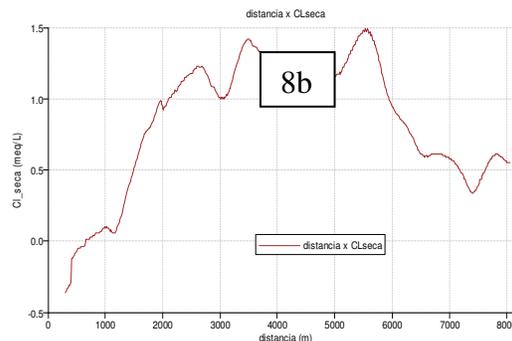
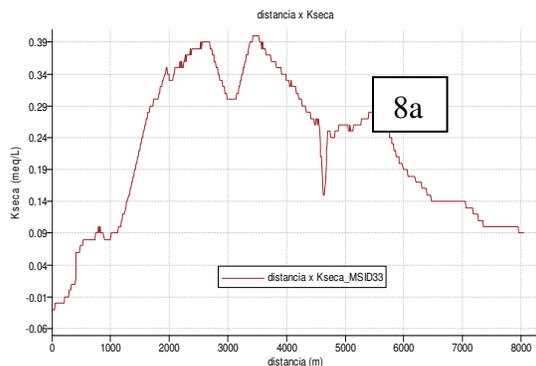


Figura 6 Diagrama de Stiff en época seca.



Figuras 7a, b Comportamiento de los compuesto a lo largo del curso del río época húmeda



Figuras 8a,b Comportamiento de los compuesto a lo largo del curso del río época

En época seca se observa la presencia de la relación K-Cl, este compuesto aumenta en concentración en la zona alta por el efecto de dilución de los abonos ya que contienen entre otros elementos a K. Se observa también el efecto de dilución por la descarga de agua residual, en la zona baja es más evidente por el aporte de las aguas del río Achumani, Irpavi. A los 7000 m se observa también un efecto de dilución debido a las aguas del río Choqueyapu, pues a esta distancia el agua del río Jillusaya desemboca en este río.

En la tabla 1 se muestra los compuestos presentes en ambas épocas y la fuente de procedencia. Un efecto importante es que la relación K-PO₄ está presente en ambas épocas proveniente de abonos y detergentes, pero también está presente como K-Cl proveniente del estiércol y la orina, por tanto el potasio puede competir para la formación de dos compuestos.

Tabla 1. Mineralización de los compuestos presentes

E. H.	Fuente	E. S.	Fuente
Ca-SO ₄	Mineralización	-	-
K-PO ₄	Abonos y detergentes	K-PO ₄	Abonos y detergentes
Na-NO ₃	Contaminación orgánica	Na-NO ₃	Contaminación orgánica
Na-Cl	Mineralización, orina	K-Cl	Estiércol, orina

Los parámetros Coliformes totales y Escherichia Coli (Fig. 9) están por encima de los límites permisibles en el reglamento de LMA (Ley 1333) por la descarga de agua residual en las tres zonas, la mayor concentración está en el canal de Limnología (MLF7) ya que esta es una actividad antrópica con mayor impacto. Según OPS el límite máximo de coliformes totales corresponde a 1000 UFC/100 ml agua destinada a riego de vegetales de tallo corto. En nuestro caso nosotros obtuvimos valores muy por encima de los límites permisibles. En la zona alta y baja podemos observar que estos dos parámetros están ligados a procesos de re-aireación originados principalmente por las caídas de agua, en las que se genera disipación de la energía lo que favorece el fenómeno de biodegradabilidad a partir del suministro de oxígeno a los contaminantes orgánicos, GMLP (2006) pues se está reduciendo la concentración de los mismos especialmente en los puntos MLF1 (naciente de río) y MLF15 (Puente Calacoto). En la zona media especialmente el punto MLF7 (canal Limnología) estos valores (DBO₅, DQO) son más altos estando muy por encima de los límites permisibles, permisibles según la ley del medio ambiente (1333) en materia de contaminación hídrica.

Análisis microbiológico

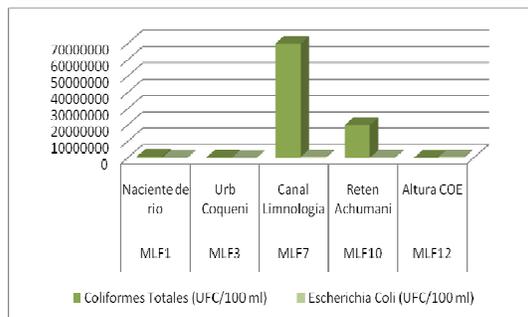


Figura: 9 Valores de microbiológicos

Análisis de DBO₅, DQO, OD

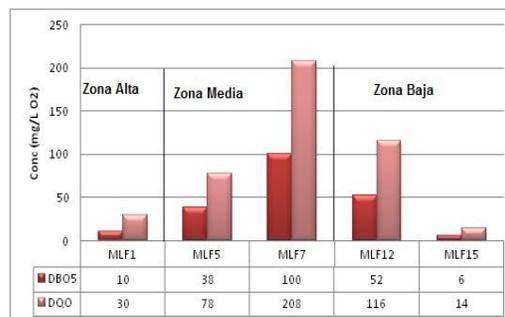


Figura: 10 Concentración de DBO5 Y DQO

En la tabla 2 se muestra los valores de la relación DQO/DBO₅ por lo que esta agua son poco biodegradables ya que se encuentra en el rango de (2,1 a 3,0), por la escasa presencia de oxígeno disuelto en el agua pues la materia orgánica no puede ser degradada por los microorganismos. En la zona alta y la zona media (Fig. 11) la concentración oxígeno disuelto en agua se puede ver que no existe mucha variación en las dos épocas de muestreo debido principalmente al movimiento del agua, la temperatura del ambiente y la presión parcial del oxígeno atmosférico. En la zona baja se puede observar que existe una mayor concentración de oxígeno disuelto en época seca debido probablemente, es por esta razón que en época seca hay más oxígeno disuelto en algunos puntos. Por lo que se observa una relativa auto-depuración debido al aumento de la actividad bacteriana en la zona baja y además se nota la influencia de los ríos Irpavi y Achumani. Por la relación existente entre DQO/DBO₅ podemos afirmar que las aguas del río Jillusaya y su prolongación el río Achumani e Irpavi son poco biodegradables.

Tabla 2. Concentraciones de variables microbiológicas

LUGAR	MUESTRA	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO/ DBO ₅
Naciente de río	MLF1	10	30	3,00
Altura Hidráulica	MLF5	38	78	2,05
Canal Limnología	MLF7	100	208	2,08
Altura COE	MLF12	52	116	2,23
Puente Calacoto	MLF15	6	14	2,33

Variación de OD

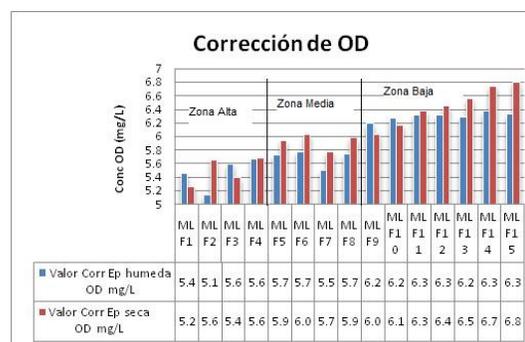


Figura 11 Valores de OD corregidos debido a la altura

CONCLUSIONES

Los análisis microbiológicos demuestran que estas aguas son de pésima calidad sanitaria por lo que las aguas del río Jillusaya y su prolongación los ríos Achumani e Irpavi no son aptas para riego especialmente si se trata del riego en hortalizas. En la zona alta y baja es importante la actividad de extracción de arena, estas personas están expuestas a la contaminación microbiológica del agua del río Jillusaya, pues este río y sus afluentes descargan las aguas residuales directamente al río, lo que provoca un foco de infección. En base a los análisis fisicoquímicos, bacteriológicos y la modelización podemos afirmar que zona media (Campus Universitario de Cota Cota), es la que presenta una mayor influencia antrópica ya que no cuenta con una planta de tratamiento de aguas. Por los diagramas de Piper podemos afirmar que todo el carbonato proviene de la hidrólisis de la calcita y la dolomita. Mediante los diagramas Stiff, se observa una mayor concentración de aniones y cationes en época seca, en todos los puntos de muestreo, debido al incremento de la concentración por evaporación ya que existe ausencia de lluvias. Respecto a la concentración de nitratos en ambas épocas su concentración es relativamente constante, debido a la descarga de agua residual, pues no se ve afectado por la variación estacional, en cambio la concentración de fosfatos en época seca aumenta debido a la descarga de agua residual de origen doméstico y al uso de fertilizantes. La concentración de As y metales pesados se encuentran por debajo del límite de cuantificación (LC) del equipo en ambas épocas debido al efecto de dilución especialmente en época húmeda.

SECCION EXPERIMENTAL

Se han determinado parámetros en campo por lectura directa como: pH, Conductividad eléctrica (CE), sólidos Totales disueltos (TDS), Potencial eléctrico (Eh), Temperatura (°T), oxígeno disuelto (OD) usando un equipo portátil HACH. El análisis de cationes y aniones determinado por técnicas espectrofotométricas (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, NO³⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻), por titulación CO₃²⁻, HCO₃⁻, As y metales pesados (Pb_T, Cu_T, Fe_T, Zn_T) por Espectrofotometría de

Absorción Atómica Perkin Elmer, Analyst 100 con la técnica de Llama y Horno de Grafito. Otra herramienta utilizada es la generación de diagramas SIG, con nuestra base de datos usando el modelo geoquímico Aquachem 5.1 y el modelo Ilwis 3.0

RECONOCIMIENTOS

Al Lic. Jorge Quintanilla por su generosa oferta de trabajar en el Programa de Hidroquímica. Nuestro sincero reconocimiento.

REFERENCIAS

1. APHA AWWA WPCF, 1992, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, Ed. Diaz Santos S.A.
2. Aquachem v 5.1, Schlumberger Water Service, Water Data Analysis Plotting and Modeling, Copyright 2006, Waterloo Hidrogeologic.Ing.
3. Custodio E, 1983 Hidrología subterránea, tomos I y II, ed. Omega
4. García M y Zurita A, 2006 Evaluación de estrategias de recuperación y restauración del paisaje urbano en el Campus Universitario de Cota Cota.
5. Informe Final Contaminación orgánica e inorgánica en la cuenca del río Choqueyapu, GMLP, Dirección de calidad ambiental, agosto 2008
6. Jenkins D. Química del Agua, Ed. Limusa SA, Mexico 1987.