

# CALIDAD DEL AGUA Y CONTAMINANTES EN EL RIO TARQUI

Alberto Beltrán  
Paúl Mendieta  
Juan Vanegas

Estudiantes Escuela de Ingeniería Civil

## •RESUMEN:

Este estudio nos muestra específicamente los contaminantes en el río Tarqui a las afueras de la ciudad de Cuenca. Los parámetros utilizados para determinar la calidad del agua del río fueron: DBO5, coliformes fecales, calidad de agua (Físico-Químico) y el índice biótico; las muestras se tomaron en ocho estaciones (una en el río Portete, una en el río Irquis, cinco estaciones en el río Tarqui, y una estación en el río Cumbe). En lo que se refiere a DBO5, se concluyó que está dentro del rango de agua limpia, con los coliformes fecales se obtuvieron resultados negativos debido en general a la ganadería intensiva del sector; el índice de calidad presenta que las aguas a lo largo del río en general tiene una clasificación buena; por último el índice biótico indica que la condición de salud del río presenta un estado regular. Estos datos reflejan una estabilidad en la salud del río Tarqui menos en el sector del río Cumbe donde se muestran picos altos de contaminación.

**PALABRAS CLAVE:** río Tarqui, río Irquis, río Cumbe, índices de calidad, índices bióticos, DBO, coliformes fecales, físico-químico, estaciones de monitoreo, contaminación, invertebrados acuáticos.

## •ABSTRACT:

This research shows us specifically the contaminants in the Tarqui River located on the outskirts of Cuenca city. The parameters used to determine the water quality of the river were: DBO5, fecal coliforms, water quality (Physical-Chemical), and the biotic index. The samples were taken at 8 different stations (1 station at the Portete River, 1 station at the Irquis River, 5 stations at the Tarqui River, and 1 station at the Cumbe River). What refers to DBO5 the samples are into the range of clean water; about the fecal coliforms were obtained bad results because of the intensive livestock in the area; the quality index that represents the condition throughout the river has label of "good"; finally the biotic index indicates that the river's health has a regular condition. These data reflects stability in the Tarqui River's health except in the Cumbe River's area where peaks of contamination appear. **KEYS WORDS:** Tarqui River, Irquis River, Cumbe river, water quality, Physical-Chemical, biotic index, DBO, fecal coliforms, stations, contamination, aquatic invertebrates.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Río Tarqui es un río de Ecuador. Corre a lo largo del sur de la ciudad de Cuenca y es uno de los cuatro ríos que la atraviesan. El río nace en los páramos de Cumbe y de la parte alta de la Victoria del Portete. Los ríos que conforman esta sub-cuenca son: Portete, Irquis, San Agustín, Cumbe y Zhucay. Esta sub-cuenca casi en su totalidad está destinada a la ganadería, en especial en la parroquia de Tarqui. Las partes altas se encuentran cubiertas con pequeños bosques y matorrales nativos, incluyendo el bosque Sunsun Yanasacha, declarado como bosque protector. Esta Subcuenca es la más baja de las cuencas de los cuatro ríos que atraviesan Cuenca, tiene elevaciones moderadas, pero es la más extensa. El río desemboca en el río Yanuncay, el cual es afluente del río Tomebamba, y más tarde, cuando éste se une con el río Machángara se convierte en el río Cuenca, afluente del río Paute. Las principales fuentes de contaminación identificadas en el Río Tarqui en la área rural de la ciudad de Cuenca son provocadas por actividades como: ganadería, vivienda rural dispersa, piscícolas, servicios de restaurantes, camales clandestinos, pesca deportiva, actividades turísticas, industrias. Los parámetros que más se relacionan con este tipo de contaminación son la demanda bioquímica de oxígeno DBO5 y los coliformes fecales, por lo tanto el análisis se centrará en estos dos parámetros. Como complemento al estudio de calidad de agua se utilizan los índices biológicos que reflejan de manera global el estado de salud del río.

## 2. OBJETIVOS

- Realizar una investigación sobre la calidad del agua del Río Tarqui y sus afluentes en los últimos años.

- Determinar cuales son los contaminantes principales del Río Tarqui y sus afluentes.

- Establecer conclusiones sobre la calidad y el estado en que se encuentra el río.

## 3. MARCO TEÓRICO

### • **Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5:**

Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO5), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l) (Wikipedia, 2012).

### • **Coliformes Fecales:**

Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama Escherichia coli y se transmiten por medio de los excrementos. La Escherichia es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de Escherichia; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte (Semarnat, 2012).

### • **Índice de Calidad de Agua:**

Son indicadores de gran utilidad en los programas de vigilancia de la calidad del agua y una herramienta de valor incuestionable para los administradores del recurso hídrico. El índice utilizado es el desarrollado por The National Sanitation Foundation (NSF).

### • **Índices bióticos:**

Suelen ser específicos para un tipo de contaminación y/o región geográfica, y se basan en el concepto de organismo indicador. Permiten la valoración del estado eco-

lógico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación. Para ello a los grupos de invertebrados de una muestra se les asigna un valor numérico en función de su tolerancia a un tipo de contaminación, los más tolerantes reciben un valor numérico menor y los más sensibles un valor numérico mayor, la suma de todos estos valores nos indica la calidad de ese ecosistema (Miliarium)

#### 4. DESARROLLO

- **Zona de Estudio.**

El valle de Tarqui se encuentra localizado al suroccidente de la ciudad de Cuenca, es una llanura de topografía regular, rodeada de pequeñas elevaciones. El uso del suelo en la zona es eminentemente agrícola y ganadero, existen numerosas haciendas lecheras, con grandes extensiones de potreros para el mantenimiento del ganado vacuno. El río Tarqui se forma de la unión de los ríos Portete e Irquis. Estos dos ríos nacen sobre los 3000 m. de altura.

En épocas lluviosas, el río Tarqui se desborda e inunda extensas áreas de la llanura. Es un río cuya característica principal es la velocidad baja y un curso formado por meandros. Estos meandros, en un tramo de al menos diez kilómetros, fueron modificados utilizando máquinas excavadoras.

En casi toda su longitud atraviesa zonas ganaderas y en las cercanías a la ciudad se lo emplea para descargar aguas residuales de los asentamientos que existen en la zona, a la altura de la parroquia Victoria del Portete recibe el efluente de una pequeña planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y al adentrarse en la ciudad, recibe las aguas residuales de la población asentada en el límite del área urbana y de la Quebrada del Salado.

El tramo monitoreado en este río no está

sobre una captación de agua para consumo humano, sino que es utilizado para riego y abrevadero de animales.

#### 4.1 Estaciones de Monitoreo

Para el monitoreo físico-químico en esta cuenca se utilizan 8 estaciones: una en el río Portete (Ta90), una en el río Irquis (Ta80), cinco estaciones en el río Tarqui (Ta70, Ta60, Ta20, Ta10 y Ta09) y una estación en el río Cumbe (Ta30).

El cuadro 1 presenta información de las estaciones y sus códigos, y la Figura 1 ilustra la ubicación de las estaciones.

ESTACION	CODIGO	COORDENADAS
R. Portete A.J. río Irquis	Ta90	7 1 1 0 3 6 , 9657053
Río Irquis A.J. río Tarqui	Ta80	7 1 5 9 4 0 , 9661624
Río Tarqui después de la PTAR de Victoria de Portete	Ta60	7 1 6 4 9 3 , 9663530
Río Cumbe A.J. río Tarqui	Ta30	7 1 7 8 4 8 , 9663362
Río Tarqui antes de la PTAR de Tarqui	Ta20	7 1 8 2 9 0 , 9666724
Río Tarqui después de la PTAR de Tarqui	Ta10	7 1 7 9 4 1 , 9668427
Río Tarqui A.J. río Zhucay	Ta9	7 1 7 2 2 2 , 9670392

CUADRO N° 1. Ubicación de las Estaciones

#### 4.2 Tipos, Frecuencia y Período de Monitoreo:

El monitoreo de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en las estaciones Ta90, Ta30 y Ta10, se realiza a partir del año 2009, en las estaciones Ta80, Ta70, Ta60 y Ta20 a partir del año 2010. La estación Ta9 se empieza a monitorear desde Julio del año 2011.

Los parámetros de calidad analizados de manera trimestral son: oxígeno disuelto, temperatura, pH, DBO5, turbiedad, coliformes, nitratos, fósforo total, sólidos totales y conductividad.

Debido a que la salud del ecosistema del río no es adecuadamente evaluada usando solamente parámetros físico-químicos, desde el año 2011 se realiza un monitoreo biológico una vez al año en todas las estaciones.



FIGURA N°1. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la cuenca del río Tarqui.

## 5.RESULTADOS

### • Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5):

Las estaciones Ta90 y Ta80 ubicadas en los ríos Portete e Irquis, respectivamente, presentan una DBO5 baja en su promedio y valores máximos inferiores a 1 mg/l, correspondientes a aguas muy limpias.

En las estaciones ubicadas antes y después de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Victoria de Portete, no se observa mayor variación en los promedios, lo que refleja el buen funcionamiento de la Planta.

La estación Ta09 en el río Tarqui presenta valores de DBO5 máximo y promedio inferiores a los 2 mg/l lo que clasifica al agua como limpia.

El río Cumbe antes de su unión con el Tarqui (estación Ta30), presenta un valor promedio de 3.50 mg/l de DBO5 y un valor máximo de 4.70 mg/l, correspondientes a aguas de condición dudosa en donde se evidencia algún grado de contaminación.

Aunque los valores de DBO5 en la cuenca del Tarqui corresponden a aguas limpias, su valores promedios son más elevados que los valores registrados en otras cuencas de la región: en la cuenca del Tomebamba, el promedio de DBO5 en las diferentes estaciones oscila entre 0.6 y 1.2 mg/l; en la cuenca del Yanuncay el promedio de DBO5 en las diferentes estaciones va de 0.5 y 1 mg/l. Esto es el resultado de las acciones de conservación en estas cuencas debido a que son fuentes de agua para la ciudad; mientras tanto, el río Tarqui es utilizado para riego y abrevadero, y no tiene el mismo nivel de protección de los recursos naturales.

CONDICION DEL RIO	DBO5 mg/l	Aspecto estético
Muy limpio	1	Bueno
Limpio	2	Bueno
Relativamente limpio	3	Bueno
Dudoso	5	Turbio
Pobre	7.5	Turbio
Malo	10	Malo
Pésimo	20	Malo

Cuadro N° 2. Condición del río según los criterios de "Royal Comission Sewage" del Reino Unido

### • Coliformes Fecales:

En la estación Ta90 en el río Portete, el valor promedio de coliformes fecales



970 NMP/100ml es superior a los 600 NMP/100ml establecido por la norma para aguas destinadas a consumo humano con tratamiento convencional, pudiendo deberse a la presencia ganado, casas y una escuela aguas arriba de la estación.

La estación Ta09 en el río Tarqui, después de la quebrada sin nombre, presenta un valor promedio de coliformes fecales de 20000 NMP/100ml.

Al igual que el río Cumbe antes de su unión con el Tarqui (estación Ta30), presenta un valor elevado de coliformes, incompatible para cualquier uso del agua, con un promedio de 72000 y un máximo de 540000 NMP/100ml.

Mientras que en la estación Ta80 ubicada en el río Irquis, presenta un valor promedio de coliformes fecales inferior a 600 NMP/100ml establecido por la norma para aguas destinadas a consumo humano.

En las estaciones ubicadas antes y después de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Victoria de Portete, Ta70 y Ta60, no se observa mayor variación en los promedios, similar condición se evidencia entre las estaciones Ta20 y Ta10, ubicadas antes y después de la PTAR de Tarqui.

	Ta90	Ta80	Ta70	Ta60
<b>Máximo</b>	3500	240	54000	24000
<b>Mínimo</b>	240	49	4900	4900
<b>Media</b>	974	102	10708	11042
	Ta30	Ta20	Ta10	Ta9
<b>Máximo</b>	540000	17000	49000	24000
<b>Mínimo</b>	16000	5400	7900	16000
<b>Media</b>	72055	9854	23471	19596

**Cuadro N° 3.** Coliformes Fecales en el año 2011 (valores en NMP/100 ml).

- **Índice de Calidad de Agua:**

El índice utilizado es el desarrollado por la NSF. El índice se basa en 9 parámetros

(oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DBO5, nitratos, fosfatos, temperatura, turbiedad y sólidos totales), basado en la técnica Delphi.

El cuadro 3 presenta los valores del índice de calidad del agua promedio del 2011 en las diferentes estaciones.

Como se puede observar en el cuadro 3 la calidad del agua en las estaciones del río Tarqui es Buena o están en el límite de esta categoría, mientras que la estación Ta30 del río Cumbe presenta una calidad media evidenciando la fuerte contaminación que tiene este curso de agua.

AÑO 2011	Ta 90	Ta 80	Ta 70	Ta 60	Ta 20	Ta 10	Ta 9	Ta 30
<b>MAX</b>	88	85	79	76	76	76	72	66
<b>MIN</b>	74	80	63	58	52	54	72	51
<b>PROM</b>	81	83	73	69	69	69	71	60

**Cuadro N° 4.** Índices de Calidad de Agua del Río Tarqui .

La clasificación de la calidad de agua se realiza de acuerdo a los siguientes rangos numéricos:

Índice de Calidad	Clasificación
91-100	Exelente
71-90	Buena
51-70	Media
26-50	Mala
0-25	Muy mala

**Cuadro N° 5.** Clasificación de la calidad de agua

- **Evaluación de la calidad biótica del río Tarqui usando invertebrados acuáticos:**

El monitoreo biológico usa a los invertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de los ríos. El monitoreo biológico ha sido usado ampliamente a nivel mundial, debido al bajo costo y a la gran fiabilidad de las comunidades de invertebrados para

responder no solo a la contaminación orgánica o química, sino también a los cambios en el hábitat del río.

Esta evaluación implica la toma de muestras de invertebrados acuáticos en cada estación en el río, usando una red de pasada. El área final de muestreo es de dos metros cuadrados para cada estación. El contenido de las redes se coloca en bandejas de color claro y se colectan todos los organismos de la muestra. Los organismos se depositan en alcohol al 90 %, para luego enviar las muestras al laboratorio.

• **Forma de Evaluación:**

Para evaluar la calidad del agua a través de estos bioindicadores, se utilizó el índice BMWP/Col.

A las familias sensibles como Perlidae y Oligoneuridae se les asigna puntajes de 10 mientras que a las familias más tolerantes como Oligochaetae, se les da puntajes de 1. La suma de todos los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje final del BMWP, teniendo valores que van de 0 desde aguas sumamente contaminadas a puntaje de 120, es decir aguas en un excelente estado.

Valor	Significado	Color
>120	Aguas muy limpias	
101-120	Aguas no contaminadas sensible-mente	Azul
61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja

<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
-----	--------------------------------	------

Cuadro N° 5. Clasificación de Aguas



Trichoptera / puntaje = 10



Plecoptera /puntaje = 10



Oligochaetae /puntaje = 1

FIGURA N° 2. Perlidae, Oligoneuridae y Oligochaetae

Los resultados del monitoreo biológico en el río Tarqui indican que la condición de "salud" del río presenta un estado regular, con algunas excepciones, en su parte alta donde presentan un estado bueno, debido a razones que analizaremos posteriormente.

La estación Ta90 (río Portete antes de la junta con el río Irquis) se ubica dentro de la clase III (son evidentes algunos efectos de contaminación) con 80 puntos, reflejando el impacto del ganado, de la vía Cuenca – Girón – Pasaje, y especialmente el impacto producido por varias casas y una escuela aguas arriba de la estación.

La estación Ta80 (río Irquis antes de la junta con el Tarqui) se ubica dentro de la clase II (Aguas Limpias) con 112 puntos, evidenciándose una buena salud en el río, donde el único y leve impacto es una ganadería moderada.

Las estaciones Ta70 y Ta60, ubicadas, res-



pectivamente, antes y después de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Victoria de El Portete, se clasifican dentro de la clase V (aguas muy contaminadas) con 33 y 20 puntos respectivamente.

La estación Ta10 (río Tarqui después de la planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Tarqui), se ubica dentro de la clase IV (aguas contaminadas), con 46 puntos, que está compuesto principalmente por piedras, bloques y cantos.

La estación Ta9 (río Tarqui), se ubica dentro de la clase V (aguas muy contaminadas) con 31 puntos, una salud regular dada principalmente por el sustrato del río y la transformación de sus orillas de bosques de ribera a potreros.

## 6. CONCLUSIONES

- Es importante recuperar las riberas de todos los ríos como áreas intangibles y zonas valiosas para conservar la integridad de los ríos y por lo tanto el agua en cantidad y calidad.
- En la cuenca del Tarqui, el río Portete e Irquis presentan una buena calidad del agua. Los ríos Tarqui y Cumbe, al atravesar áreas ganaderas y poblados se contaminan considerablemente, presentando altos valores de bacterias coliformes, cifras

que sobrepasan lo estipulado por la normativa nacional para cualquier uso del agua.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- *Subgerencia de Gestión Ambiental ETAPA Ing. Sandra Barros P. Ing. MSc. Javier Fernández de Córdova Biol. Hari González M. Cuenca – 2012*
- *The National Sanitation Fundation. (s.f.). Obtenido de <http://www.nsf.org/>*
- *Miliarium. (s.f.). Obtenido de <http://www.miliarium.com/prontuario/Indices/IndicesCalidadAguas.htm>*
- *Semarnat. (2012). Obtenido de [http://app1.semarnat.gob.mx/playas/nuevo/analisis\\_tecnico02.shtml](http://app1.semarnat.gob.mx/playas/nuevo/analisis_tecnico02.shtml)*
- *Wikipedia. (2012). Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Demanda\\_biol%C3%B3gica\\_de\\_ox%C3%ADgeno](http://es.wikipedia.org/wiki/Demanda_biol%C3%B3gica_de_ox%C3%ADgeno)*

---

“Si quieres cambiar el mundo., cámbiate a ti mismo”.

**Mahatma Gandhi.**