

# Calidad del agua en la quebrada Reyes del municipio de La Vega - Cundinamarca

## Water quality in Reyes ravine of La Vega city - Cundinamarca

Andrés Felipe Suárez Escobar<sup>1\*</sup>; Rafael Nikolay Agudelo<sup>2\*</sup>; Jhon Jairo Forero Urrego<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Ingeniero Químico, Magister en Ciencias Químicas, Dr en Ciencias – Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. \*andresf.suarez@unilibrebog.edu.co*

<sup>2</sup> *Ingeniero Químico, Magister en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. \*rafaeln.agudelo@unilibrebog.edu.co*

<sup>3</sup> *Estudiante de ingeniería ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre.*

Fecha de recepción del artículo: 13/07/2013 Fecha de aceptación del artículo: 28/10/2013

### Resumen

Un muestreo espacio temporal en la quebrada Reyes fue realizado a fin de establecer el efecto de los efluentes que llegan a la quebrada y la capacidad de la misma de asimilar la contaminación por vía orgánica. Diferentes parámetros físicos y químicos fueron evaluados en diferentes puntos y en diferentes épocas del año. Se encontraron lugares donde hay un aumento considerable de la carga orgánica de degradación lenta en la quebrada Reyes, además de un notable proceso de nitrificación a lo largo de la misma.

### Palabras clave

Calidad del agua, Carga orgánica, Contaminación del agua, Muestreo espacio temporal.

### Abstract

A spatial and temporal sampling of the Reyes ravine was realized in order to establish the effect of the effluents that are disposed and the capacity of

depuration of organic contamination of the Reyes ravine. Several physical and chemical parameters were evaluated in different points and seasons of the year. Places where the organic matter is increased were found, also nitrification process was observed with the measurements.

### Keywords

Organic matter, Space – Time sampling, Water contamination, Water quality.

### 1. Introducción

La contaminación de los cuerpos de agua representa una preocupante realidad, el incremento poblacional y, por ende, la sobrepresión sobre este recurso trae consigo serias afectaciones en cuanto a cantidad y calidad de las aguas naturales. Las descargas de aguas residuales municipales aportan altas cargas de materia orgánica, afectando directamente la concentración del oxígeno disuelto en el receptor, hecho que genera afectaciones en la calidad ecológica del recurso y por lo tanto cam-

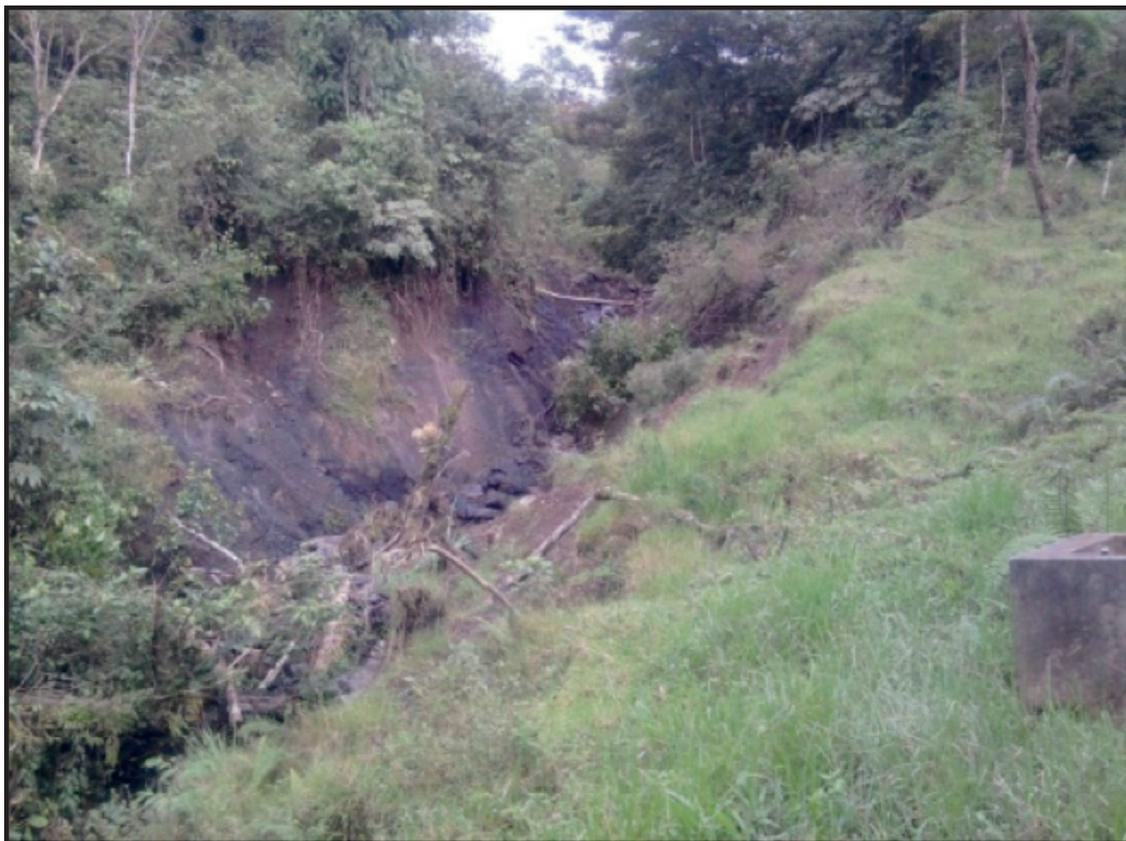
bios significativos en la estructura natural de los ecosistemas acuáticos. Por otra parte, las descargas de aguas residuales municipales aportan cantidades considerables de microorganismos enteropatógenos, comprometiendo así la seguridad microbiológica del agua, lo cual influye en su aptitud de uso posterior.

La realización de muestreos espacio temporales en ríos y otras fuentes hídricas, es un gran instrumento para establecer el efecto de eventos tanto naturales como causados por el hombre en la calidad de los mismos. Diversos estudios se han realizado al respecto tanto en el mundo [1-4] como en el país [5,6], permitiendo establecer una línea base de calidad de agua o el establecimiento de seguimiento posterior a incidentes causados por el hombre.

La quebrada Reyes es un pequeño cuerpo de agua que atraviesa el municipio de La Vega, departamento de Cundinamarca. Esta corriente recibe la mayor

parte de los vertimientos del alcantarillado público municipal, situación que ocasiona un deterioro considerable sobre la calidad física, química y microbiológica del agua de la quebrada, afectando la disponibilidad de uso de este recurso para las poblaciones o comunidades ubicadas aguas abajo del municipio de La Vega [7]. Reportes entregados por la CAR (Corporación Autónoma Regional) dan cuenta de la problemática en la quebrada Reyes debido a la mala disposición de los residuos sólidos [8,9].

La problemática causada por el vertimiento de aguas residuales domésticas a la quebrada Reyes, se ve incrementada por la pendiente de la zona en la cual nace, hecho que provoca erosión del cauce como se puede evidenciar en la Figura 1: deterioro de las riveras; adicionalmente se presentan vertimientos directos de aguas residuales a causa de conexiones erróneas del alcantarillado municipal y la disposición de residuos sólidos en la ribera de la quebrada del río a su paso por el municipio.



**Figura 1.** Erosión del nacimiento de la quebrada Reyes.

## 2. Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron tomando como base la guía para la toma de muestras del IDEAM [10]. Las muestras fueron tomadas en frascos plásticos con capacidad de 2.5 litros y almacenadas en neveras de icopor que contenían hielo para mantener las muestras a una temperatura cercana a los 4 °C. Una vez concluidos los muestreos, las muestras fueron transportadas hasta el laboratorio de la Universidad Libre, Bogotá D.C. Los análisis químicos y físicos fueron realizados por los métodos descritos en los Standards Methods For The Examination Of Water and Wastewater 20th Edition [11]. Las variables de calidad del agua analizadas fueron: alcalinidad, acidez, dureza, turbiedad, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, nitritos, nitratos y sólidos suspendidos totales. La determinación de la velocidad del agua de la quebrada fue hecha empleando la técnica de trazadores, para lo cual se utilizó NaCl.

Para la ejecución del presente estudio se realizaron seis campañas de muestreo y aforo. En cada una de estas jornadas de caracterización se tomaron muestras en seis diferentes puntos a lo largo del recorrido de la quebrada Reyes por el municipio; las coordenadas de georeferenciación de los puntos de muestreo se observan en la Tabla 1. Los puntos de muestreo fueron ubicados de manera que el primero de los puntos estuviese ubicado antes de ingresar al municipio de La Vega. Los puntos de aforo y muestreo fueron ubicados teniendo en cuenta la facilidad de acceso, las características del tramo, distancia adecuada entre los vertimientos y el punto de muestreo para asegurar la mezcla del agua residual con el agua del río. Las campañas de

**Tabla 1.** Coordenadas de los puntos de muestreo.

Punto	N	W
1	4° 56'55.3"	74°19'33.5"
2	4°58'16,0"	74°19'34.5"
3	4°59'08.6"	64°19'32.3"
4	4°59'41.1"	74°20'33.7"
5	5°00'16.3"	74°20'33.7"
6	5°00'24.1"	74°20'39.4"

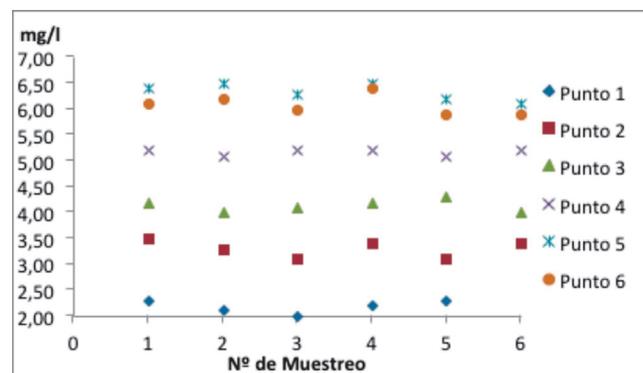
caracterización de la corriente fueron hechas para la toma de muestras compuestas durante un periodo de seis horas en cada muestreo.

**Tabla 2.** Fechas de muestreos de la quebrada Reyes.

Número de muestreo	Fecha
1	12/02/2011
2	19/03/2011
3	28/05/2011
4	11/07/2011
5	12/09/2011
6	19/11/2011

## 3. Resultados

Los resultados de las campañas de aforo y muestreo en la quebrada Reyes señalan que esta presenta un ancho promedio de 1.38 m y una profundidad promedio de 0.22 m; si bien se clasifica como una pequeña corriente de agua, a causa de la pendiente del cauce en la zona de estudio, se observan grandes incrementos de caudal en la temporada de lluvias, la cual tiene lugar principalmente entre los meses de septiembre y noviembre. El caudal de este cuerpo de agua superficial oscila entre 0.02 m<sup>3</sup>/s y 2 m<sup>3</sup>/s, lo que implica que se pueden presentar serias variaciones en la calidad física, química y microbiológica del agua en épocas de estiaje a causa de la disminución en la capacidad de dilución de carga contaminante.



**Figura 2.** Variación de DBO5 con respecto al tiempo.

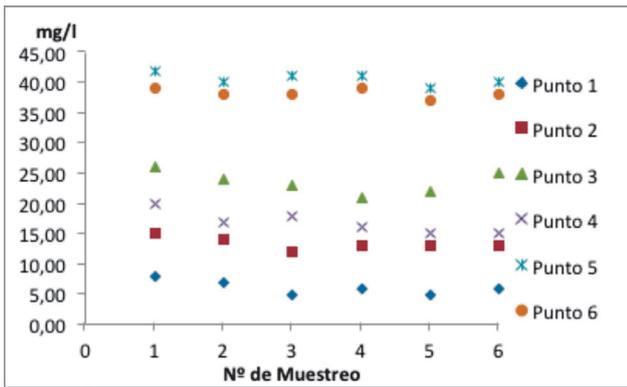


Figura 3. Variación de DBO5 con respecto al tiempo.

En la Figura 2 y 3 se observa cómo varían los parámetros DBO5 y DQO. Este último pasa de un valor medio de 7 mg/L en la primera estación de a un promedio de 40 mg/L en las estaciones 5 y 6, revelando el aporte de materia orgánica realizado por los vertimientos del municipio. La Figura 4 muestra una disminución en la DQO entre los puntos 5 y 6 lo cual se puede deber a la capacidad asimilativa de la corriente.

En cuanto al comportamiento de la DBO5 observado en la Figura 3 es similar al presentado por la DQO. La relación entre DQO y DBO5 indica que la mayor parte de la materia orgánica transportada por la quebrada Reyes es de degradación lenta; este hecho puede justificarse por el vertimiento de las aguas residuales de la planta de sacrificio de ganado. Este tipo de efluentes contiene materia orgánica que requiere de un mayor tiempo para su biodegradación.

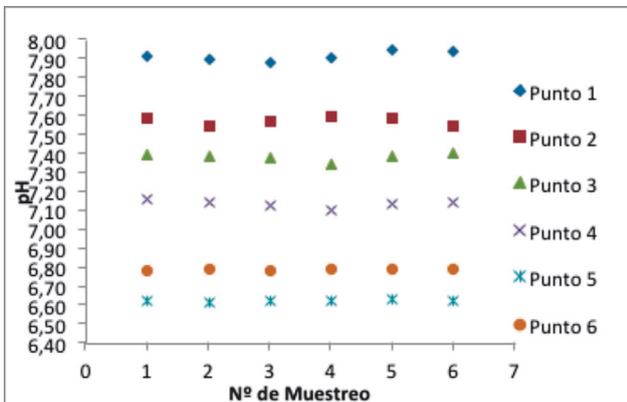


Figura 4. Variación del pH con respecto al tiempo.

El pH de la corriente disminuye por la acción de los vertimientos recibidos como se evidencia en la Figura 4. A pesar de esto, la variación de pH no llega a representar un inconveniente para mantener las características ecológicas de la corriente de agua. El comportamiento de los nitritos y nitratos (Figuras 5 y 6) muestra que el proceso de nitrificación se presenta a lo largo del recorrido de la quebrada, la presencia de oxígeno en el agua y los microorganismos dan lugar a la transformación del nitrógeno orgánico y amoniacal para su transformación en nitritos y nitratos, aunque los vertimientos de aguas residuales domésticas contienen cantidades apreciables de nitrógeno, el caso de la quebrada Reyes se ve afectado por las descargas de la central de sacrificio, hecho que genera una sobredemanda de oxígeno disuelto en el agua.

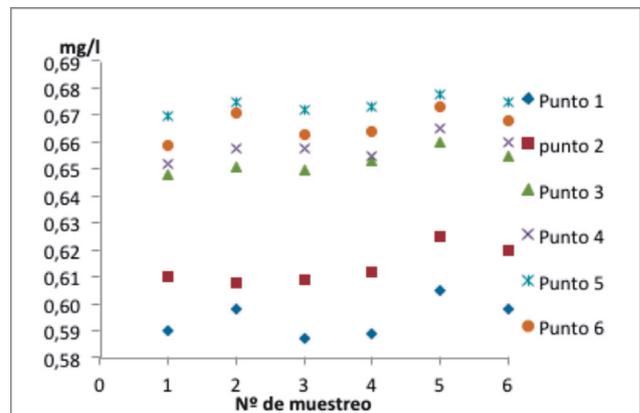


Figura 5. Variación de nitritos con respecto al tiempo.

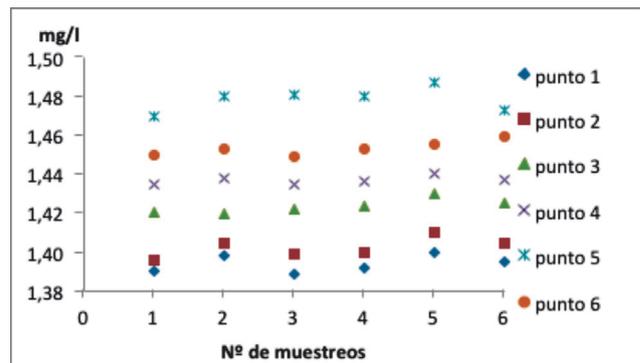


Figura 6. Variación de nitratos con respecto al tiempo.

La acidez y la alcalinidad del agua (Figuras 7 y 8) se ven afectadas en menor medida que los demás pa-

rámetros, situación que puede ser ocasionada por la capacidad buffer que tiene los cuerpos de agua naturales lo que permite que a pesar de las descargas se presente una variación pequeña en su pH y en parámetros como alcalinidad y acidez; esta capacidad buffer está condicionada por la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto en el agua y por el pH del agua desde el punto de nacimiento. La dureza del agua presenta un incremento apreciable a lo largo de su paso por el municipio como se aprecia en la Figura 9, pero este incremento no es lo bastante significativo como para afectar la calidad del recurso o afectar a los organismos existentes en este ecosistema.

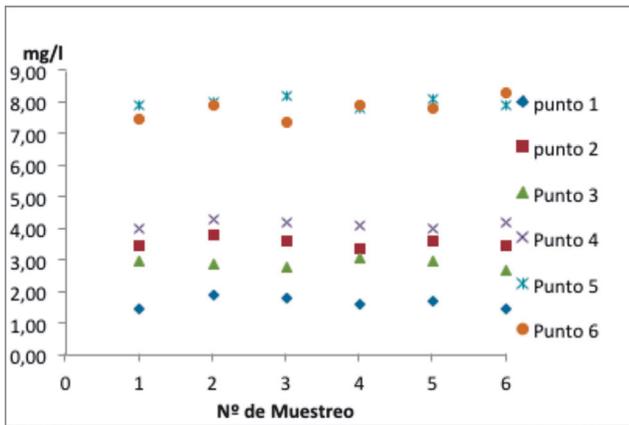


Figura 7. Variación de la acidez con respecto al tiempo.

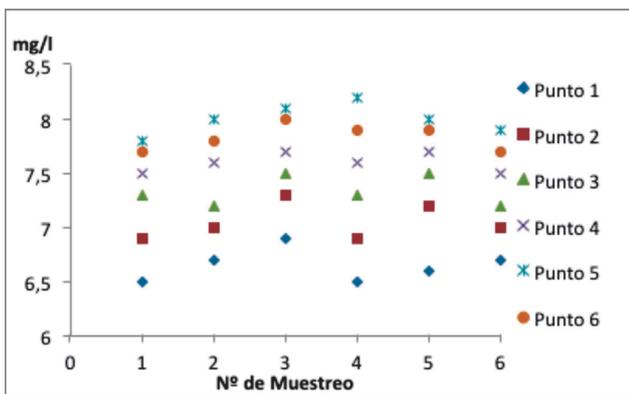


Figura 8. Variación de alcalinidad con respecto al tiempo.

Con respecto a los sólidos suspendidos totales se puede ver cómo se incrementan en la medida que la quebrada se interna en el municipio, es decir,

cómo aumentan de una estación a otra. La mayor variación se da entre la estación 4 y 5; este hecho se debe al vertimiento de las aguas residuales de la central de sacrificio, las cuales típicamente contiene una carga sólida alta.

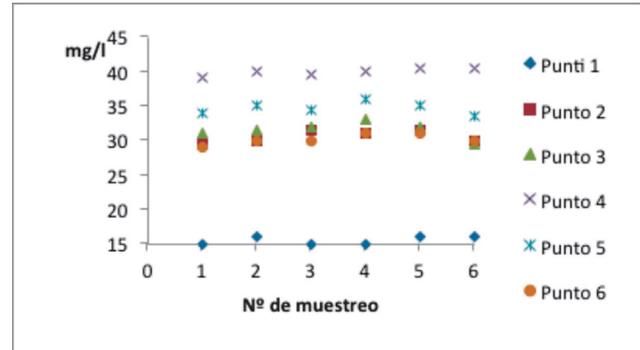


Figura 9. Variación de dureza con respecto al tiempo.

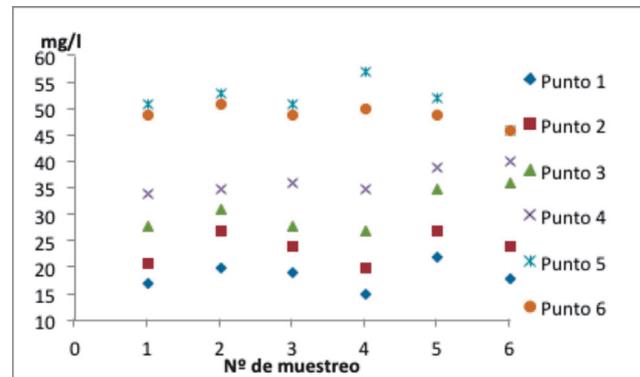


Figura 10. Variación de sólidos suspendidos totales con respecto al tiempo.

La quebrada Reyes presenta afectaciones serias sobre la calidad de sus aguas a causa del vertimiento de las aguas residuales domésticas del municipio de La Vega; esta condición implica que se requiere realizar el adecuado tratamiento a las aguas residuales municipales antes de su vertimiento. Aunque el recorrido que realiza la quebrada es corto después de haber recibido los vertimientos, el correcto saneamiento de los efluentes líquidos debe ser una prioridad para las autoridades locales, asegurando así la disponibilidad del agua para las comunidades que se encuentran aguas abajo del municipio. Así-

mismo se contribuye a preservar la calidad del agua del río receptor de la quebrada Reyes.

El punto donde se genera la mayor afectación a la calidad del agua de la quebrada Reyes está justo después de la central de sacrificio. Este tipo de vertimientos contienen alta carga de sólidos suspendidos, materia orgánica carbonácea y nitrogenada; debido a este, se deben analizar alternativas para realizar el tratamiento de estas aguas, lo que permitiría alcanzar condiciones más favorables desde el punto de vista de calidad del agua para la quebrada Reyes.

## Agradecimientos

Gracias a la Universidad Libre por la financiación del presente proyecto y a las autoridades municipales y policivas del municipio de La Vega por su colaboración en la realización de los muestreos.

## Referencias

1. Olias, M., Ceron, J. Moral, F. Ruiz, F. (2006). Water quality of the Guadamar River after the Aznalcóllar spill (SW Spain). *Chemosphere*, 62, 213 – 225.
2. Floqui, T., Vezi, D., Malollari, Il. (2007). Identification and evaluation of water pollution from Albanian tanneries. *Desalination*, 213, 56–64
3. Andrade J.M., Sotero M. F., Carlosena A. Tauler R. (2007). Temporal characterization of river waters in urban and semi-urban areas using physico-chemical parameters and chemometric methods. *Analytica Chimica Acta*, 583, 128–137.
4. Palupi K., Sumengen S., Inswiasri S., Agustina L., Nunik S.A., Sunarya W., Quraisyn A. (1995). River water quality study in the vicinity of Jakarta, *Water Science and Technology*, 31, 17-25.
5. Mercado, I. Valencia, S. (2008). Evaluacion Ambiental de un Río. Estudio elaborado en el río Medellín (Colombia). *Residuos*, 102, 84 – 89.
6. Suárez, A. Garcia, C. Vaca, M. (2012). Identificación y evaluación de la contaminación del agua por curtiembres en el municipio de Villapinzón. *Tecnura*, 16, 185 – 194.
7. Valencia Matiz Y. E. Betancourt Aguirre A. (2006) Elementos para la ordenación y plan de manejo de la Subcuenca hidrográfica del río Ila (La Vega-Cundinamarca). Universidad Libre. Bogotá, Colombia.
8. C.A.R. Retiran 1.4 toneladas de residuos de la Quebrada Reyes en el Municipio de La Vega. Consultado 26 de febrero de 2011, En: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=16068>
9. C.A.R. dos toneladas de basura sacadas del ro Ila y la Quebrada Reyes en el municipio de La Vega. Consultado 26 de septiembre de 2010. En <http://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=8608>
10. IDEAM. Metodología para la toma de muestras de aguas residuales y aforos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Consultado 27 de mayo de 2011. En <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021172/Protocoloparaelmonitoreoyseguimientodelagua.pdf>
11. Eaton, A. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater . 20th Edition. APHA, Washington.