

ANÁLISIS QUÍMICO DE CALIDAD DEL AGUA EN LA QUEBRADA VICACHÁ EN BOGOTÁ

SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN KAIZEN UD
PROYECTO CURRICULAR INGENIERIA AMBIENTAL

Autor (es): Laura Daniela Jaimes Martínez - laudjaimesm@correo.udistrital.edu.co
Karim Osmara Monroy Sierra - kaomonroys@correo.udistrital.edu.co

Docente asesor: Lena Carolina Echeverry Prieto

RESUMEN

La Quebrada Vicachá está siendo afectada por habitantes de calle y personas que utilizan este recurso hídrico para suplir ciertas necesidades. (Atuesta, 2011)

Siendo el objetivo de estudio del presente trabajo determinar la calidad del agua de esta quebrada a partir del análisis de varios parámetros químicos, que aportan información importante respecto al estado del agua en este lugar, tales fueron oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO 7), alcalinidad y acidez. Se tomaron muestras de las zonas más frecuentadas por los habitantes de calle, (lugar con coordenadas 4.601386, -74.059177) y se analizaron los valores encontrados para cada uno de los parámetros; encontrándose que hasta el momento la quebrada no se ha visto afectada

de manera significativa por las actividades mencionadas, dado que los análisis realizados, muestran que el agua estudiada cumple con los requisitos normativos para ser considerada de *buena calidad*.

PALABRAS CLAVES

Vicachá, calidad del agua, análisis químico

INTRODUCCIÓN

La Quebrada Vicachá, con el transcurrir de los años, pasó de tener gran relevancia para la ciudad de Bogotá y ser la fuente de agua del principal acueducto colonial, a ser un problema de salud pública por su contaminación. De hecho, el proyecto recurrente de distintos gobiernos fue su canalización y ocultamiento bajo calles y viviendas del centro urbano. (ALMA, 2013)

El creciente problema ambiental ligado a la

contaminación de los cuerpos de agua, genera en la población académica la necesidad de establecer la magnitud de la afectación, para poder impartir medidas de prevención, control y recuperación. (ONU, 2015)

La Quebrada se encuentra ubicada en la zona centro de Bogotá, y de acuerdo con el séptimo censo del DANE para el año 2017, en las localidades de Los Mártires y Santa Fe hay 1.750 y 1.313 habitantes de calle respectivamente (localidades del centro de la ciudad). Muchas de estas personas se dirigen a la quebrada, a la altura de la Avenida Circunvalar, donde es fácil el acceso al cuerpo de agua, y utilizan el recurso para asearse, alimentarse, defecar y lavar prendas u objetos. Por otro lado, a unos metros montaña arriba de la delimitación que hizo la empresa de Acueducto de Bogotá para realizar un sendero ecológico, se asientan constantemente pequeñas comunidades desplazadas, las cuales depositan sus residuos en el cuerpo de agua, así como de igual forma que los habitantes de calle, se benefician de la quebrada para diversas actividades.

El estudio se realizó con el fin de determinar a través de análisis químicos, si las actividades antrópicas derivadas de la ocupación creciente de la quebrada por parte de los habitantes de la calle, han incidido en la calidad del agua de la quebrada, ubicada en la cordillera oriental en el centro de Colombia, partiendo de la hipótesis de que la calidad del agua de esta quebrada se ve afectada por las actividades mencionadas. Con el análisis químico ambiental realizado en el laboratorio, se permite cuantificar y analizar la contaminación y la calidad del fluido, aplicando pruebas químicas para comparar con normatividad local.

MÉTODOS

Los métodos utilizados se hicieron a partir de bibliografía referenciada y la ayuda del docente, puesto que las normativas de referencia no exigen ninguna metodología en específico para hallar los valores de estos parámetros.

Se midieron cuatro (4) parámetros para ana-

lizar la calidad del agua de la zona de estudio.

1. Oxígeno disuelto (OD)
2. Demanda química de oxígeno (DQO)
3. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO 7)
4. Alcalinidad y acidez.

Para la realización de estos análisis químicos, se tomaron muestras de agua de la quebrada Vicachá, por cada muestra se analizó un solo parámetro, todas siempre tomadas en el mismo lugar y a la misma hora del día (11:00 am).

Los pasos metodológicos para cada parámetro fueron:

1. Oxígeno disuelto (OD): La metodología de oxígeno disuelto se realizó mediante el método Winkler descrito posteriormente:
 - No se filtró la muestra, debido a la ausencia de sólidos en suspensión en grandes cantidades.
 - Se llenó la botella Winkler hasta rebosar con muestra y se tapó (300 ml aprox.)
 - Se adicionó 1 ml de sulfato de manganeso (II) <<R1>> y 1 ml de álcali yoduroazida <<R2>>, se tapó cuidadosamente

para evitar burbujas de aire y se mezcló varias veces.

* Observación: Se tornó marrón, evidenciando la presencia de O₂.

- Luego de que el precipitado se decantó, se agregó 1 ml de H₂SO₄ concentrado <<R3>>, se tapó y mezcló hasta que se generó una disolución completa.
- Se midió con una probeta 100 mL de la solución y se trasvasó a un Erlenmeyer de 250 ml, se llenó la bureta con tiosulfato de sodio (0,02N) hasta cero.
- Se tituló con solución 0,02 M de Na₂S₂O₃ <<R4>> (hasta color amarillo pálido); se agregaron 5 gotas de solución de almidón <<R5>> el cual produjo que cambiará a color azul, se continuó con la titulación hasta la desaparición del color azul.
- Se calculó la concentración utilizando la ecuación.

$$V1C1 = V2C2$$

2. Demanda química de oxígeno (DQO):

Nota: El mismo proceso para la muestra se

realizó para el blanco (agua destilada).

- Se agregaron 5 ml de muestra homogenizada, 3 ml de solución catalizadora y 3 ml de solución digestora.
- Se llevaron a un reactor a 150° C durante una hora, y luego se agregaron 2 gotas de indicador de ferroina.
- Se tituló con FAS (0.05N) hasta que el color cambió de azul a salmón, y posteriormente se calculó el valor de DQO teniendo en cuenta que $N_{FAS} = \text{Volumen } (K_2Cr_2O_7) \times \text{Normalidad } (K_2Cr_2O_7) / (\text{ml de FAS consumidos por Bk})$ y que la DQO es $DQO \text{ Muestra} = (\text{ml FAS Bk} - \text{ml FAS muestra}) * N_{FAS} * 1600$

*Donde Bk es Beaker.

3. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₇):

Para el procedimiento se utilizaron 4 botellas Winkler:

- Winkler normal: Se agregaron 20 ml de agua destilada y se completaron los 300 ml con agua de dilución.

- Winkler ámbar: Se repite el proceso anterior, pero este frasco se incubó 7 días.

Con la muestra:

- Winkler normal: Se agregaron 89.3 ml de muestra de agua y se completó con 210.6 ml de agua de dilución.
- Winkler ámbar: Se repitió el proceso anterior, y se incubó durante 7 días.

Luego de este procedimiento se realizó la medición del oxígeno disuelto, siguiendo la metodología previamente explicada, calculando de esta forma dos oxígenos disueltos para blanco y dos oxígenos disueltos para muestras. Con estos cuatro valores se obtuvo el valor de la DBO₇ usando la fórmula: $DBO_7 = ((ODM_1 - ODM_2) - (ODB_1 - ODB_2)) * f / p$. Donde f y p son respectivamente: $f = (300 \text{ mL} - \text{mL de la muestra}) / 300 \text{ mL}$ y $p = \text{Vol. muestra} / \text{Vol. botella Winkler}$.

4. Alcalinidad y acidez:

- Acidez: Se tomó una alícuota de 25 ml

de muestra y se llevó al Erlenmeyer, y se le midió el pH.

*Como el pH fue <6 se adicionaron 3 gotas de naftaleno, y se tituló con NaOH (0,02N), hasta que cambió a violeta.

- Alcalinidad: Se tomó una alícuota de 25 ml de muestra y se llevó al Erlenmeyer, y se le midió el pH.
 *Como el pH fue <8,3 se adicionaron 3 gotas de naftaleno, y se tituló con H₂SO₄ o HCl (0,02N), hasta que cambió a un color naranja rojizo.

Para el cálculo de la alcalinidad y acidez se tuvieron en cuenta los valores obtenidos en el laboratorio y se relacionaron con las fórmulas:

Alcalinidad= (mL H₂SO₄×N)/V muestra × (1000meq-g)/(1eq-g) × 50mg CaCO₃/ (1meq-g) y la acidez es

Acidez= (mL NaOH × N)/ Vmuestra× (1000meq-g)/(1eq-g)×50mgCaCO₃/ (1meq-g).

A partir de la realización de todas estas pruebas de laboratorio y obtención de resultados de los diferentes parámetros de estudio se realizó un análisis a partir de variedad de bibliografía

consultada, con el fin de determinar la calidad de agua en esta zona de la quebrada.

RESULTADOS

Tabla 1 oxígeno disuelto (od)

	OD (mL)	[OD] (mg/L de O ₂)
Blanco	5,6	8,961
Muestra	5,2	8,32

Fuente: autores.

Tabla 2 demanda química de oxígeno (dco)

	Muestra (Dilución al 100%)	Muestra (Dilución al 50%)
DQO	45,08 mg/ L	-11, 464 mg/ L

Fuente: autores

Tabla 3 demanda biológica de oxígeno (dbo)

	Oxígeno Disuelto 24/10	Oxígeno Disuelto 31/10
Blanco	7,7 mg de O ₂ / L	6,3 mg de O ₂ /L
Muestra	7,7 mg de O ₂ / L	5,6 mg de O ₂ /L
Demanda bioquímica de oxígeno con 7 días de incubación DBO 7 = 1,933 mg de O ₂ /L		

Fuente: autores

Tabla 4 alcalinidad y acidez

H ₂ SO ₄ (mL)	Alcalinidad (mg/L de CaCO ₃)	NaOH (mL)	Acidez (mg/L de CaCO ₃)
0,35	14	0,25	10

DISCUSIÓN

1. OXÍGENO DISUELTO: Según los lineamientos de (OMS,2006) la muestra de agua se considera buena, y por tanto cuenta con condiciones adecuadas para el desarrollo de vida, ya que está entre 8.0 y 12.0 ppm. En la *RESOLUCIÓN NO. 1096 de 17 de noviembre de 2000 ARTÍCULO 104*, se establece que las fuentes aceptables deberán tener un OD mayor o igual a 4.0 mg/L. La muestra fue tomada durante el día, donde suelen encontrarse concentraciones mayores de OD cuando la fotosíntesis llega a sus niveles más altos. Según la (CAN, 2005) citado por (IDEAM, 2008) establece que el oxígeno disuelto es uno de los factores más asociados a la vida acuática, al incidir en casi todos los procesos químicos y biológicos.

2. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO): El valor resultante, basados en el OD es más bajo de lo esperado, se puede deber a errores experimentales.

El valor negativo se puede tomar como una ausencia de materia orgánica, y es debido a la dilución realizada. De acuerdo con la *RESOLUCIÓN NO. 0631 de 17 de marzo de 2015* y la *RESOLUCIÓN 3957 de 19 de junio de 2009*, el valor de DQO aceptable se encuentra muy por debajo de lo permitido. Según el Plan Ambiental Local de la Alcaldía local de La Candelaria la quebrada presenta vertimientos de agua residual doméstica, sin embargo, estas no generan la suficiente materia orgánica para que los niveles de DQO superen el límite permitido.

3. DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO): Según las NACIONES UNIDAS (2005) la medición de este indicador, permite orientar normas estrictas sobre la calidad del agua para proteger a los usuarios de los riesgos para la salud. En Colombia *LA RESOLUCIÓN 1096 de 2000, del Ministerio de Desarrollo Económico, título C*, establece el valor de la DBO para una fuente de agua aceptable, donde el valor promedio debe ser igual o menor a 1.5 mg/L.

Otros criterios para interpretar los valores de DBO son (Orjuela, 2013): agua apta para todos los usos. Valores de DBO inferiores a 3 mg/l; agua apta para consumo humano. Valores de DBO entre 3 y 5 mg/l; agua no apta para ningún uso. Valores de DBO mayores a 25mg/l. Los resultados indican que la muestra cumple los parámetros de calidad de agua expresados anteriormente.

4. ALCALINIDAD Y ACIDEZ: De acuerdo con *EL DECRETO 745 de 1998*, los criterios de calidad química son: valor permitido para acidez de 50mg/L de CaCO_3 y para alcalinidad 100mg/L de CaCO_3 . La muestra presenta un valor dentro del rango establecido. Según Dómenech & Peral (2006) se afirma que la alta alcalinidad está directamente relacionada con la fertilidad de un agua. El valor se explica en la no presencia de CO_2 proveniente de la atmósfera, la oxidación bacteriana de la materia orgánica, la acidez mineral de los residuos industriales y de la lluvia ácida. (Glynn & Heinke, 1999).

CONCLUSIONES

- Con el análisis de los resultados se logró evidenciar que el agua de la Quebrada Vicachá no está siendo afectada a grandes rasgos por los habitantes de calle que utilizan el recurso hídrico del lugar, pues pese a las perturbaciones, de acuerdo a la normatividad citada, el agua se considera de buena calidad, o está dentro de los límites permisibles según normativas consultadas.
- Los resultados de los parámetros evaluados, son una herramienta que permite conocer las características del recurso, y con esto determinar la calidad de agua de la quebrada. Sin embargo, se recomienda para próximas investigaciones relacionadas con la quebrada incluir otros indicadores para obtener un análisis más completo del lugar, y se invita a hacer un análisis más detallado de las causas que producen los valores de los parámetros que fueron estudiados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la profesora Edith Álayon Castro, quien a lo largo de las prácticas de laboratorio nos guió para realizar unas correctas metodologías en el análisis de calidad de aguas. También agradecemos nuestras compañeras Paula Torres y Daniela Corredor, las cuales nos acompañaron y ayudaron durante la realización de las diferentes prácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMA y Alcaldía Local de Candelaria. (2013). *Nuestro centro es el agua. De Vicachá a San Francisco*. Obtenido de <https://www.cerrosdebogota.org/bibliotecavirtual/agua/descargables/cartillariovicacha.pdf>
- Atuesta, M. (2011). La canalización de la Quebrada Vicachá. En *La ciudad que pasó por el río*. (págs. 191-211). Bogotá: Territorios.
- DANE. (2011). *Demanda Bioquímica de Oxígeno*. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/DemandaBioquimica.pdf>
- Doménech, X., & Peral, J. (2006). Alcalinidad. En *Química Ambiental de Sistemas Terrestres* (págs. 29-30). Barcelona: Reverte.
- Glynn, J., & Heike, G. W. (1999). Ingeniería Ambiental. En *Alcalinidad y Acidez* (págs. 166-168). México: Pearson Educación.
- Goyenola, G. (2007). *Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos*. Obtenido de RED MAPSA: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf
- IDEAM. (2008). *Hoja metodológica oxígeno disuelto*. Obtenido de Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales: <http://institucional.ideam.gov.co/descargas?com=institucional&name=pubFile922&downloadname=Ox%C3%ADgeno%20Disuelto.zip> [26 Mar. 2017]

- Industrial Microlab. (2015). *Análisis, comparativas y relaciones entre la DBO, DQO, COT*. Obtenido de Aguas Residuales: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/analisis-comparativas-y-relaciones-entre-la-dbo-dqo-cot>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo. (2014). *Resolución N° 0631*. Obtenido de Ministerio de Ambiente: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Resolución 1096 de 2000*. Obtenido de Ministerio de Vivienda: <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1096%20-%202000.pdf>
- Ministerio de la protección social. (2007). *Resolución 2115 del 22 de junio de 2007*. Obtenido de Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2004). *Decreto 475 de 1998*. Obtenido de minsalud: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF
- Muñoz, D., & Torres, D. (2014). *Análisis del agua. Acidez y Alcalinidad*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- NACIONES UNIDAS. (2005). *Indicadores de los aspectos ambientales del Desarrollo sostenible*. En UN, *Manual de Estadísticas Ambientales* (págs. 31-45). Santa Cruz de la Sierra: CAN.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad de agua potable*. Obtenido de Water Sanitation Health: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Calidad de agua*. Obtenido de UNWater: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Orjuela, L. C. (2013). Hoja metodológica del indicador Demanda Bioquímica de Oxígeno en las masas de agua por estación. En IDEAM, *Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia* (págs. 7-8). Bogotá.

Rodríguez , H. (2007). *Demanda química de oxígeno por refluo cerrado y volumetría*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Qu%C3%ADmica+de+Ox%C3%AD>

Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor. (2009). *Resolución 3957*. Obtenido de Alcaldía Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37051>

Sistema de Información Colombiano. (2012). *Carga de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*. Obtenido de SIAC: <http://181.225.72.78/Portal-SIAC-web/faces/Dashboard/Agua/Calidad/calidadAgua.xhtml>