

Evaluación de la regulación hídrica: oferta y calidad de la quebrada Téllez, microcuenca Ortiz

Erika Dannitza Popayan Guzman

Estudiante del Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Mariana

Jean Alexander León Guevara

Sandra Milena Madroñero Palacios

Docente Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Mariana

Resumen

La investigación se orientó a realizar la evaluación de la regulación hídrica, la oferta y la calidad de agua en la quebrada Téllez, en donde se adelantó un diagnóstico biofísico del componente natural, teniendo en cuenta calidad del agua, hidrografía, climatología y comportamiento de caudales que caracteriza la microcuenca Ortiz o Guaico. Posteriormente, se fundamentan los resultados con la determinación del índice de retención y regulación hídrica (IRH), índice de uso de agua (IUA) e índice de calidad del agua (ICA), mediante la metodología propuesta por el IDEAM, de evaluación de indicadores hídricos, de los cuales se obtiene que, la quebrada actualmente tiene un impacto negativo alto, debido que la demanda de agua es muy alta respecto a la oferta; la calidad se clasifica de regular a mala, lo cual implica que la microcuenca tiene alto riesgo de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico. En este orden de ideas, en el tercer objetivo se establecen alternativas de recuperación, enfocadas a la gestión del recurso hídrico, priorizando la planificación, administración y participación ciudadana, para fortalecer la gobernabilidad entre el Estado y la población, que dependen de la quebrada Téllez, puesto que su conservación es importante debido a que es la corriente principal y única en la microcuenca Ortiz; por ende, sostiene en su totalidad los sectores socioeconómicos, en especial, el abastecimiento para consumo humano.

Introducción

La regulación hídrica es un servicio ecosistémico importante, evalúa la capacidad que tienen los cuerpos de agua y zonas de captación para obtener y almacenar este recurso, permitiendo un flujo constante sin importar que sea temporada de tiempo seco (Rodríguez y Medina, 2015). De esta forma, la oferta hídrica se la define como la porción de agua que está en forma de escorrentía superficial; y la calidad como el estado actual que una fuente hídrica puede presentar naturalmente o con intervenciones de uso doméstico, agrícola, pecuario, industrial o recreación (Sierra, 2011).

Respecto a lo anterior, los datos de mayor relevancia para este estudio es el comportamiento de caudales, debido a que a través de su monitoreo se determinó que la quebrada Téllez, ubicada en la cuenca media del río Téllez, microcuenca Ortiz o Guaico, tiene moderada retención y regulación hídrica, presenta limitaciones en cuanto a la oferta y calidad del agua, de esta manera, no satisface completamente las necesidades que los usos requieren; además, la calidad no es buena. Por lo tanto, es importante establecer alternativas de recuperación, ya que se pueden adoptar estrategias de manejo, aprovechamiento y restauración, porque de esta fuente de-

pende el abastecimiento de consumo humano y el sector económico. En este orden de ideas, la conservación de este recurso ecosistémico permite que futuras generaciones puedan recibir los mismos beneficios de la actualidad y lograr un desarrollo sustentable.

Para el desarrollo de la investigación, inicialmente se recolectó la información primaria y secundaria, donde se identificó la microcuenca Ortiz o Guaico, a través del PORH del Río Téllez, base cartográfica IGAC y los programas ArcMap y Google Earth. De esta manera, se describió el área de influencia en cuanto a red hídrica, área, perímetro y ubicación geográfica.

Además, se hizo una solicitud al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) sobre información de variables climáticas de la estación meteorológica, ubicada en el municipio de Funes, vereda El Totoral (1,0042357 -77.44579766). Por consiguiente, se evaluaron las características físicas de la microcuenca, las cuales son calculadas a través de la metodología propuesta por Monsalve (1999) en su libro *Hidrología en la ingeniería*. Asimismo, se hizo el muestreo de agua para la caracterización fisicoquímica, por lo cual, se utilizó el protocolo metodológico de las guías de laboratorio de Calidad del Agua de la Universidad Mariana y *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (2012).

También, se determinó los indicadores como índice de retención y regulación hídrica (IRH), índice de uso de agua (IUA), índice de calidad del agua (ICA) e índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH). La metodología utilizada estuvo de acuerdo con la propuesta por el IDEAM, donde la descripción del cálculo se describe en el estudio nacional del agua, realizado por García, Vargas, Sánchez, González y Jaramillo (2010).

Posteriormente, se hizo el análisis de las evaluaciones y según sus resultados, se realizó la revisión bibliográfica de alternativas de recuperación, enfocadas a la gestión del recurso hídrico, priorizando la planificación, administración y participación ciudadana para fortalecer la gobernabilidad entre el Estado y la po-

blación. Finalmente, se valorizó y priorizó las alternativas mediante las matrices de identificación y selección de alternativas que se describe por Gobernación de Nariño, Plan Departamental de Agua PAP–PDA, Grupo de Investigación GIA, Universidad Mariana, (2016). Las cuales, después de su aplicación, permiten contribuir al mejoramiento de la oferta y calidad del agua, garantizando sostenibilidad para el ecosistema.

A continuación, se describe el diagnóstico biofísico del componente natural (hidrografía y calidad del agua), asimismo, la determinación del índice de retención y regulación hídrica, índice de uso de agua, índice de calidad de agua, índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico de la quebrada Téllez, microcuenca Ortiz o Guaico.

Características Hidrográficas de la microcuenca

Tabla 1. Resultados de Características físicas de la microcuenca Ortiz o Guaico

Características Físicas de la microcuenca		Valores
Parámetros de forma	Área	1,67 km²
	Perímetro	6.971 km
	Factor de Forma	0,38
	Coefficiente de compacidad	1,510
Sistema de drenaje	Orden de la corriente	1
	Densidad de drenaje	1,26
	Sinuosidad de la corriente	1,01
	Patrón de drenaje	Paralelo
Características del relieve	Pendiente media de la cuenca	51,734

De acuerdo con la Tabla 1, se puede definir que la microcuenca es pequeña en comparación con otras pertenecientes a la cuenca del río Téllez. Por su parte, Gonzalez y Ortegón (2016) apoyan de manera positiva la anterior afirmación, debido a que concluyen que cuando una microcuenca tiene un área menor a 20 km² es válido clasificarla como pequeña. Además, por los resultados de la clasificación de compacidad, se identifica que tiene una forma oval oblonga a rectangular y la tendencia a crecidas es relativamente de media a baja; asimismo, de acuerdo al factor de forma se establece que es alargada, ligeramente achatada y no es susceptible a crecientes (Villón, 2002).

Por consiguiente, se determinó que es una corriente de orden 1, por los resultados de la densidad de drenaje indica, según Monsalve (1999), que, tiene un drenaje intermedio y caracteriza a la microcuenca como bien drenada; por lo tanto, quiere decir que los suelos tienen escasa cobertura vegetal y son de fácil erosión e impermeabilidad (Villón, 2002). Asimismo, se clasifica con patrón de drenaje paralelo, debido a que el terreno es dominado por la pendiente y es de baja sinuosidad. La pendiente indica que en la cuenca no hay prolongada duración de aguas porque tiene un rango de pendiente alta, por lo tanto, en la red de drenaje y afluentes del cauce principal es probable que haya una mínima duración de concentración de aguas (Lanza, Cáceres, Adame y Hernández, 1999).

Determinación de parámetros de calidad del agua

Respecto al parámetro de pH, se identifica que la zona alta es de (8,62), zona media (9,42) y baja (9,57). Según Sperling (2012), los valores observados corresponden a un rango de 8.6, 9,4 y 9.5, el responsable de su alteración en gran medida por origen natural, se generan por la dilución de rocas, absorción de gases de la atmosfera, oxida-

ción de materia orgánica y fotosíntesis; las modificaciones por origen antrópico se ven reflejadas por vertimientos domésticos, agropecuarios o industriales. En este orden de ideas, se puede concluir que el agua de la quebrada Téllez registra cambios en el pH, posiblemente generado por las actividades antrópicas, debido a que desde la zona alta la quebrada recibe vertimientos directos e infiltración de aguas residuales domésticas y aguas contaminadas con residuos orgánicos producto de la ganadería y agricultura que están cerca de la ronda hídrica.

Por otra parte, se describe los resultados de la conductividad, donde se identifica que en la zona alta hay menor representación de este parámetro con 137 µS/cm, y en la zona media y baja con 451 y 504 µS/cm. Roldán (2003) postula que, las aguas naturales que no tienen ningún tipo de intervención generalmente deben tener una conductividad en un rango entre 10 – 50 µS/cm; según lo anterior, se puede concluir que este parámetro esta alterado desde la parte alta, posiblemente por los vertimientos de la producción agropecuaria y las viviendas que se encuentran muy próximas a la fuente hídrica.

Asimismo, se describe el parámetro de Oxígeno Disuelto (OD), donde se expresan valores de la siguiente manera: zona alta (7,08), media (6,91), y baja (6,86). Sperling (2012) indica que una fuente hídrica donde hay adecuadas condiciones, los niveles de OD a temperatura de 20 °C debe estar mínimo a 9,2 mg/L; si los resultados se encuentran por debajo significa que hay la presencia alta de materia orgánica. Por lo tanto, se puede concluir que las posibles afectaciones se presentan por el vertimiento difuso, producto de las actividades antrópicas (agricultura, ganadería, saneamiento básico en viviendas) desarrolladas en la microcuenca.

En este orden de ideas, según los valores representados de DQO en la zona alta (5,4 mg de O²/L), media (15,4 mg de O²/L) y baja (35,4 mg de O²/L), Romero (2005) indica que es un parámetro donde se determina el contenido de materia orgánica (MO), de manera rápida, confiable y no está sujeta a enfrentar errores de las variables involucradas en

ensayos biológicos. Se puede concluir que a medida que la quebrada sigue su curso, se incorpora más sustancias orgánicas; debido a que en la zona baja se necesita mayor cantidad de oxígeno para la oxidación del agente químico, lo que indica que en esta área de estudio se han incluido el total de vertimientos difusos que aportan MO.

En cuanto a los resultados de sólidos suspendidos totales (SST) en la zona alta (9 mg/L), media (21 mg/L) y baja (43 mg/L) en la quebrada Téllez, se refleja que para la zona alta y media hay menor concentración de SST presentes en el agua. Para Sierra (2011), el incremento de estos sólidos generalmente se da por el arrastre de partículas de suelo, dilución de material orgánico o vertimiento de aguas residuales, a partir de lo cual, se concluye que en la zona baja es donde se presenta mayor presencia de SST por la acumulación de arrastre de partículas provenientes del suelo y/o vertimientos a la quebrada.

Índice de retención y regulación hídrica (IRH)

Se obtuvo como resultado 0,7018, lo cual permitió identificar que la microcuenca se categoriza como **Moderado**, es decir, es de media retención la regulación y retención hídrica. Según Bernal y Santander (2014), este comportamiento indica que hay cambios moderados cuando hay variación de condiciones climáticas y mantiene la capacidad de funcionamiento de los sistemas hídricos en el tiempo. Por otro lado, García et al. (2010) afirman que el IRH es útil, debido a que permite caracterizar el régimen hidrológico, a través del registro de caudales; según el resultado, los factores que influye en gran medida y que no favorecen la retención y regulación hídrica es la escasa vegetación sobre la ronda hídrica, el tipo de suelo muy pedregoso, las condiciones climáticas y las características físicas de la microcuenca, especialmente, la alta dominancia de la pendiente.

Índice de uso de agua (IUA)

Después de la aplicación de la metodología y de evaluar el consumo de agua por sectores, se obtuvo que la demanda hídrica del sector agrícola es de 27,9876 m³/área.día, de lo cual se pudo establecer que forma parte del 54,60 % del gasto total del agua de la microcuenca. Esto permite identificar que es el principal uso y de mayor demanda. El mismo comportamiento lo describe Sánchez, Catálan Gonzáles, Estrada y García (2006), quienes indican que la agricultura es la actividad productiva y económica que transforma el agua en bienes de consumo, por lo tanto, tiene un alto consumo hídrico.

Por otra parte, la demanda hídrica pecuaria es de 29453 m³/d, significa que ocupa el 5,74 % del total del gasto del agua en la microcuenca. Este sector es el que menor consumo tiene, debido a que la productibilidad es a nivel familiar, las condiciones de su habitad están adaptadas a modo tradicional, además, en el lugar no existe ningún matadero o lugares de sacrificio. Lo anterior lo soporta la CNA (como se citó en Hernández, 2005), que define que el uso de agua se lo categoriza como pecuario, siempre y cuando la cría, engorde y levante de aves, ganado, cerdos o especies menores sea solo para consumo en el hogar.

Asimismo, de acuerdo con los resultados, la demanda hídrica para consumo humano es de 14,5136 m³/día, lo que quiere de-

cir que hace parte del 28,31 % del gasto total de agua; en la microcuenca este uso es representativo debido a que en la parte alta de la quebrada se hace una captación para el acueducto, el cual abastece de recurso hídrico las veredas de Téllez medio y bajo.

Índice de calidad de agua (ICA)

En cuanto a calidad de agua, en la parte alta de la microcuenca se cuenta con clasificación regular, según Caho-Rodríguez y López-Barrera (2017), el estado del agua se encuentra alejada de las condiciones naturales y se presenta limitaciones para usos potenciales, principalmente para consumo humano. En consecuencia, Torres, Cruz y Patiño (2009) recomiendan realizar un previo tratamiento de potabilización para su uso. Este comportamiento posiblemente obedece a que la quebrada recibe contaminación difusa, porque la frontera agrícola y ganadera esta expandida significativamente a la ronda hídrica desde su nacimiento.

La valoración de la calidad del agua en la zona media y baja se clasifica como mala; desde este punto, Torres et al. (2009) indican que el uso para consumo humano es inadmisibles, ya que según IDEAM (2014) estas aguas probablemente reciben vertimientos de aguas residuales domésticas y de las actividades ganaderas. Un factor que puede influir negativamente es que estas zonas tienen mayor impacto ambiental por la intervención del hombre, donde se incluye la contaminación puntual y difusa, debido a que en esta área se puede encontrar viviendas cerca del cauce, así mismo, como actividades agropecuarias.

Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH)

Según los resultados, la microcuenca Ortiz o Guaico se encuentra con un IVH alto, lo que significa que la quebrada es propensa a registrar caudales bajos cuando haya periodos prolongados sin incidencia de lluvia. Durante el trabajo de campo se evidencio que en la zona baja (a 2088 m s. n. m.), el flujo superficial desaparecía ligeramente, mientras que, en el mes de noviembre, cuando ya se presentaron algunas lluvias, el flujo de agua volvió a su normalidad.

Alternativas de recuperación de la microcuenca Ortiz o Guaico

Es importante establecer alternativas de recuperación, debido a la dependencia que genera en la comunidad mantener el sector agropecuario y de consumo humano. Es pertinente recalcar que las mayores afectaciones se encuentran reflejadas por causa de la alta demanda de uso de agua y calidad desfavorable, teniendo en cuenta que se encuentra categorizada de regular a mala. En este orden de ideas, a través de la revisión bibliográfica, se logró identificar que las alternativas deben estar enfocadas en procesos de gestión integral de recurso hídrico (GIRH), con el fin de permitir el desarrollo de políticas públicas que garanticen la promoción del aprovechamiento de los recursos naturales; de esta manera, se hizo la priorización de estrategias de recuperación de la quebrada Téllez, microcuenca Ortiz; en donde se establecen de acuerdo a criterios de los componentes natural, social institucional y técnico, soluciones principalmente para mejorar la oferta y calidad del agua.

Por consiguiente, se realizó la evaluación, de lo cual resultó las siguientes alternativas de mayor importancia:

1. Fortalecer los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
2. Implementar programas de legalización de usuarios del recurso hídrico en la quebrada.
3. Incrementar la capacidad de participación de los actores involucrados en el uso del recurso hídrico.
4. Promover la gestión comunitaria local, a través del control social con veeduría ciudadana.
5. Implementar campañas de sensibilización y educación en cuanto al recurso hídrico en la comunidad de la microcuenca Ortiz.

Conclusiones

El estudio de las características hidrológicas y climáticas permiten caracterizar de manera natural un determinado territorio hidrográfico, entre más pequeño sea su tamaño, esté garantizada que se haga un análisis mejor detallado, que contribuirá a la toma de decisiones eficientes para la recuperación, conservación y/o mantenimiento de los mismos.

Con el diagnóstico biofísico se demostró que la microcuenca Ortiz o Guaico es un territorio hidrográfico relativamente pequeño, el cual solo tiene una corriente principal de agua, de la que dependen los sectores socioeconómicos de dos veredas, por ende, la importancia de darle un manejo adecuado a la quebrada para lograr un desarrollo sostenible y sustentable entre la naturaleza y pobladores.

Mediante el desarrollo de la investigación fue importante identificar que el factor directo que afecta los cuerpos de agua son las actividades antrópicas; para el caso de la quebrada Téllez, la afectación, en gran medida, corresponde a que no se respeta la ronda hídrica y no se realiza un adecuado uso eficiente, ni ahorro de agua en los sectores de consumo.

Referencias

- American Public Health Association. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (22.ª ed.). Washington: American Public Health Association.
- Bernal, F. y Santander, J. (2014). Hoja Metodológica del indicador índice de retención y regulación hídrica (Versión 1,01). Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.
- Caho-Rodríguez, C. y López-Barrera, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI Y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 25 - 49. doi: <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
- García, M., Vargas, O., Sánchez, F., Gonzáles, C. y Jaramillo, O. (2010). Estado y dinámica del agua en áreas hidrográficas de Colombia. Análisis integrado e indicadores hídricos. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbi-blio/bvirtual/021888/CAP8.pdf>
- González, F. y Ortegón, J. (2016). *Cálculo del caudal de la cuenca hidrológica de la quebrada Guaguaqui, del departamento de Boyacá, por el método racional* (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3184/2/C%C3%81LCULO%20DEL%20CAUDAL%20DE%20LA%20CUENCA%20HIDROL%C3%93GICA%20DE%20LA%20QUEBRADA%20GUAGUAQUI%2C%20DEL%20DEPARTAMENTO%20DE%20BOYAC%C3%81%2C%20POR%20EL%20M%C3%89TODO%20RACIONAL.pdf>
- Hernández, M. (2005). *Aspectos de uso y valoración del agua subterránea en el estado de Tlaxcala: Un análisis desde una perspectiva social* (tesis doctoral). Colegio de Postgraduados, Puebla.
- Lanza, G., Cáceres, C., Martínez, S. y Hernández, S. (1999). *Diccionario de hidrología y ciencias afines*. México: Plaza y Valdés.
- Monsalve, G. (1999). *Hidrología en la ingeniería* (2.ª ed.). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana De Ingeniería.
- Rodríguez, D. y Medina, M. (2015). *Valoración ecológica de la regulación hídrica potencial de la cuenca alta del río Chicamocha* (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3766/1/VALORACI%C3%93N%20ECOL%C3%93GICA%20DE%20LA%20REGULACI%C3%93N%20H%C3%8DDRICA%20DE%20LA%20CUENCA%20ALTA%20DEL%20R%C3%8DO%20CHICAMOCHA.pdf>
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Romero, A. (2005). *Calidad del Agua* (2.ª ed.). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería
- Sánchez, I., Catalán, E., Gonzáles, G., Estrada, J. y García, D. (2006). Indicadores Comparativos del uso del agua en la agricultura. *Agricultura Técnica en México*, 32(3), 333 – 340.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Medellín: Ediciones de la U
- Sperling, V. (2012). *Introducción a la calidad del agua y al tratamiento de aguas residuales*. San Juan De Pasto: Universidad de Nariño.
- Torres, P., Cruz, C. y Patiño, P. (2009). Índices de la calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para el consumo humano, una revisión crítica. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15-1), 79-94.
- Villón, M. (2002). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.