

CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO EN LA QUEBRADA TESCUA

CALCULATION OF THE WATER BALANCE IN THE TESCUA STREAM

Javier Alfonso Cárdenas Gutiérrez¹

José Leonardo Jácome Carrascal²

Mawency Vergel Ortega³

Universidad Francisco de Paula Santander

RESUMEN

Conocer los valores del balance hídrico de una cuenca hidrográfica que abaste a un río tan importante como lo es el río pamplonita, es de suprema importancia debido que permite entender el comportamiento de este recurso y sus posibles variaciones. De esta manera, se pueden determinar caudales mínimos, máximos, así como las épocas más húmedas o los periodos más secos. Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron datos suministrados por dos instituciones gubernamentales con el fin de determinar los valores de aquellas variables

¹ Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta – Colombia, Orcid: [0000-0002-9894-0177](https://orcid.org/0000-0002-9894-0177)
Email: javieralfonsocg@ufps.edu.co Magister en Administración de Empresas con Especialidad en Dirección de Proyectos grupo de Investigación en transporte y obras civiles.

² Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta – Colombia, Orcid: [0000-0002-6022-6891](https://orcid.org/0000-0002-6022-6891)
Email: jose.jacome@ufps.edu.co Maestría en ingeniería civil grupo de Investigación en transporte y obras civiles.

³ Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta – Colombia, Orcid: [0000-0001-8285-2968](https://orcid.org/0000-0001-8285-2968)
Email: Mawencyvegel@ufps.edu.co Doctora en Educación, Doctorando en Proyectos. grupo de Investigación Euler

imprescindibles para finalizar exitosamente este procedimiento. La zona de estudio, comprende la quebrada Tescua, ubicada en el departamento Norte de Santander – Colombia, quebrada cercana al pequeño centro poblado El Diamante, en los límites fronterizos de los municipios de Bochalema y Pamplonita.

PALABRAS CLAVE:

Caudal, Temperatura, Balance Hídrico, Hidrología, Quebrada

ABSTRACT

Knowing the water balance values of a hydrographic basin that supplies a river as important as the Pamplona River is of supreme importance because it allows understanding the behavior of this resource and its possible variations. In this way, it is possible to determine minimum and maximum flows, as well as the wettest and driest periods. For the development of this research, data provided

by two governmental institutions were used to determine the values of those variables essential to successfully complete this procedure.

The study area includes the Tescu stream, located in the department of Norte de Santander - Colombia, near the small town of El diamante, on the border of the municipalities of Bochalema and Pamplonita.

KEY WORDS:

Flow, Temperature, Water Balance, Hydrology, Stream, Stream

INTRODUCCIÓN

Las distintas variables climatológicas y los cambios derivados por las actividades humanas que afectan al medio ambiente, las condiciones del suelo y los niveles de contaminación han sido objeto de estudio en una gran cantidad de investigaciones (Poma-Copa & Usca-Tiuquinga, 2020). A su vez, el cambio climático abre un sinfín de incertidumbres con respecto a los recursos hídricos y sus principales uso como la agricultura, la energía y el abastecimiento general de la sociedad (Alarcón Hincapié et al., 2019; Alzate Velásquez et al., 2018; Gutierrez et al., 2020; Henao Tovar & Sanabria Ramos, 2018; Hurtado-Figueroa et al., 2018; Ilbay-Yupa et al., 2019)

El cálculo del balance hídrico dentro de una cuenca hidrográfica se mide a través de diferentes condiciones atmosféricas dentro de la zona de estudio, entre ellas están la precipitación (Ramírez-Cerpa et al., 2017), donde se estudia el suelo como un gran reservorio que almacena todo este recurso hídrico, y la evapotranspiración potencial es la pérdida de este recurso almacenado (IDEAM, 2018).

Realizar este calculo es imperativo para lograr una correcta gestión de los recursos hídricos (Orellana Araoz, 2020), con el fin de establecer diferentes estrategias que permitan mitigar los

posibles riesgos naturales generados por épocas de invernales o sequias, así como la capacidad de respuesta institucional y comunitaria y el aprovechamiento de estas situaciones (Hernández Caballero & Silva Herrera, 2019; Herrera et al., 2018; Ramírez-Cerpa et al., 2017) o el correcto abastecimiento y repartición para los diferentes sectores de la sociedad (Alarcón Africano & Díaz Suescún, 2018; Stehr, 2019). Se calculó el balance hídrico de la cuenca hidrográfica de la quebrada Tescu, ubicada en el departamento de Norte de Santander, mediante la modelación de datos suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación comprende la ubicación de la zona a estudiar, posteriormente se determinar los limites de la cuenca hidrográfica de la quebrada Tescu. Para la delimitación geográfica de la cuenca se utilizaron archivos de elevación geográfica y las herramientas de cálculo hidrológico del programa ArcGIS logró determinar el área de estudio. Como resultado se obtuvo la siguiente área delimitada evidenciada en la figura 2 para el desarrollo de esta investigación. Con la información recopilada por las estaciones meteorológicas del IDEAM se procede a realizar el cálculo del balance hídrico, para este primero se necesitan determinar los valores de precipitación y de evapotranspiración real. Donde el Balance Hídrico=Precipitación-Evapotranspiración Real.

La metodología de cálculo de la precipitación es representada por la interpolación de los datos pluviométricos evaluados sobre la zona, para la determinación del valor de evapotranspiración real, se utiliza el método de cenicafé y la ecuación de Budyko. Para el cálculo de este valor se utilizaron los datos suministrados por el IDEAM de las estaciones pluviométricas más cercadas a la zona de estudio. En la figura 3,

se puede apreciar la distancia que existe entre las estaciones meteorológicas y la cuenca de estudio. De esta manera se utilizaron los datos desde los años 1990 hasta 2020 y mediante interpolación inversa se determinó el valor de la precipitación promedio anual dentro de esta cuenca.

Para calcular el valor de la evapotranspiración real, primero se debe determinar el valor de la evapotranspiración potencial ETP, expresada por (CENICAFE, 1989), producto de la regresión lineal en los valores de evapotranspiración y altura sobre el nivel del mar. Posteriormente se establece el valor de Evapotranspiración Real a través de la ecuación de Budyko:

$$EPR = \left\{ ETP \cdot P \cdot \tanh \left(\frac{P}{ETP} \right) \left[1 - \cosh \left(\frac{ETP}{P} \right) + \sinh \left(\frac{ETP}{P} \right) \right] \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Finalmente se determina el valor del caudal anual según el área de la cuenca y se determina el valor del caudal por segundos.

ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio de esta investigación se encuentra en el departamento de Norte

de Santander-Colombia, en la delimitación geográfica de los municipios de Bochalema y Pamplonita se encuentra la cuenca hidrográfica de la quebrada Tescua, en la figura 1, se puede apreciar el relieve, la carretera principal Cúcuta – Pamplona-(Norte de Santander-Colombia) y el pequeño centro poblado “El Diamante”.



Figura 1. Zona de estudio



Figura 2. Cuenca hidrográfica quebrada Tescua



Figura 3. Estaciones pluviométricas más cercanas

RESULTADOS

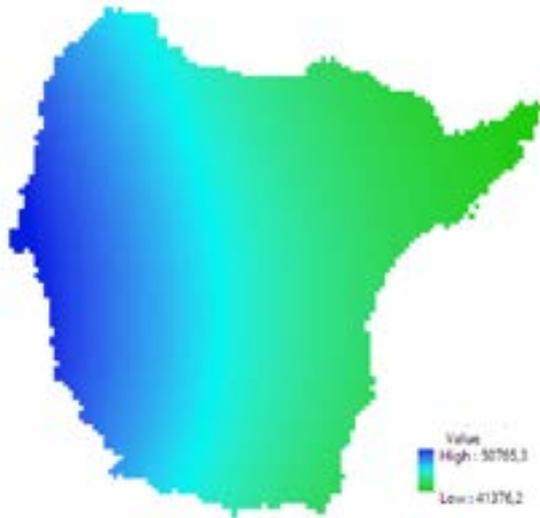


Figura 4: Precipitación acumulada 1990 – 2020

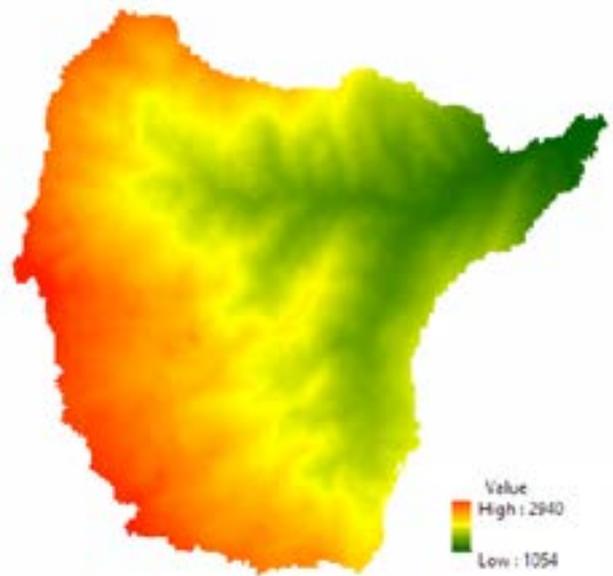


Figura 5. Alturas de la cuenca

Se evidencia la sumatoria de todas las precipitaciones desde el año 1990 hasta el año 2020 (Figura 4), donde su valor promedio fue de 45487.93, este valor para 30 años, de tal manera que el valor anual es de 1516,23 mm/ año.

Evapotranspiración real. Para el cálculo de la evapotranspiración potencial, se utilizó el valor

promedio de la altura de la zona de estudio, al acortar el modelo de elevación digital para la cuenca (figura 5). Mediante la herramienta estadísticas zonales se logra determinar que el valor promedio de la altura de esta cuenca es de 1989m de altura con . La evapotranspiración real EPR fue de 605.89 mm

4 3 5

$$EPR = \left\{ 683.33 * 1516,23 * \tanh\left(\frac{1516,23}{683.33}\right) \left[1 - \cosh\left(\frac{683.33}{1516,23}\right) + \sinh\left(\frac{683.33}{1516,23}\right) \right] \right\}^{\frac{1}{2}} = 605,89 \text{ mm} \quad (2)$$

Balance hídrico Debido a que este valor es anual, debemos multiplicarlo por el valor del área de la cuenca para obtener el valor anual en m³ donde . El área total de la cuenca es de 42'001.726 m², de tal forma que:

$$\frac{Qm^3}{sg} = \frac{Qm^3}{\frac{sg}{año}} = \frac{0,910 \text{ m} * 42'.001.726}{31'536.000\left(\frac{sg}{año}\right)} = \frac{38'221.570,66\left(\frac{m^3}{año}\right)}{31'536.000\left(\frac{sg}{año}\right)} = 1,211 \frac{m^3}{sg} \quad (3)$$

CONCLUSIONES

La metodología utilizada permitió calcular el valor anual de precipitación promedio de 1516,23 mm/año, Balance Hídrico de 910mm, la evapotranspiración real EPR fue de 605.89mm con caudal 1.211 m³/sg.

Este valor del caudal, abre el camino hacia diferentes tipos de estudios, tales como el diseño de infraestructuras de contención a lo largo del cauce de esta quebrada, así mismo, permitirá al estado la correcta distribución y uso de el recurso que la zona está suministrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Africano, J. G., & Díaz Suescún, L. L. (2018). *Estudio hidrológico y balance hídrico para determinar la oferta y la demanda de agua de la cuenca de la quebrada Niscota para un acueducto interveredal en Nunchía, Casanare*.
- Alarcón Hincapié, J., Zafra Mejía, C., & Echeverri Prieto, L. (2019). *Cambio climático y recursos hídricos en Colombia*.
- Alzate Velásquez, D. F., Araujo Carrillo, G. A., Rojas Barbosa, E. O., Gómez Latorre, D. A., & Martínez Maldonado, F. E. (2018). Interpolación regnie para lluvia y temperatura en las regiones andina, caribe y pacífica de Colombia. *Colombia Forestal*, 21(1), 102–118.
- Gutierrez, J. C., Valencia Ochoa, G., & Duarte-Forero, J. (2020). Regenerative Organic Rankine Cycle as Bottoming Cycle of an Industrial Gas Engine: Traditional and Advanced Exergetic Analysis. *Applied Sciences*, 10(13), 4411.
- Henao Tovar, G. A., & Sanabria Ramos, A. D. (2018). *Evaluación de las políticas ambientales para la gestión integrada del recurso hídrico en la Cuenca del Río Sumapaz bajo un escenario promedio de cambio climático*.
- Hernández Caballero, A. N., & Silva Herrera, Á. M. (2019). *Formulación de estrategias para la gestión de la microcuenca Quebrada Mancilla a partir del cálculo del balance hídrico y el caudal ecológico en Facatativá, Cundinamarca*.
- Herrera, E., Magaña, V., & Morett, S. (2018). Relación entre eventos extremos de precipitación con inundaciones. Estudio de caso: Tulancingo, Hidalgo. *Nova Scientia*, 10(21), 191–206.
- Hurtado-Figueroa, O., Rojas-Suarez, J. P., & Cárdenas-Gutiérrez, J. A. (2018). Implementation of Hospital Waste Replacing Stony Aggregates in Non-Structural Concrete Mixes of Low Resistance. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(100), 4985–4993.
- Ilbay-Yupa, M., Barragán, R. Z., & Lavado-Casimiro, W. (2019). Regionalization of precipitation, its aggressiveness and concentration in the Guayas River basin, Ecuador. *Granja*, 30(2), 52–69. <https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.06>
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). *VALIDACIÓN DE LAS FÓRMULAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET₀) PARA COLOMBIA*.
- Orellana Araoz, C. (2020). *Plan de Gestión Territorial de Recursos Hídricos y Cambio Climático de la Comunidad Sacabambilla Baja del Municipio de Tiraque*.

Poma-Copa, M. P., & Usca-Tiuquinga, M. R. (2020). Estimación del balance hídrico climático (BHC) de las microcuencas del cantón Joya de los Sacha, Orellana. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de La Investigación y Publicación En Ciencias Administrativas, Económicas y Contables)*. ISSN: 2588-090X. *Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP)*, 5(5), 3–26.

Ramírez-Cerpa, E., Acosta-Coll, M., & Vélez-Zapata, J. (2017). Análisis de condiciones climatológicas de precipitaciones de corto plazo en zonas urbanas: caso de estudio Barranquilla, Colombia. *Idesia (Arica)*, 35(2), 87–94.

Stehr, C. (2019). *Recursos hídricos en Chile: impactos y adaptación al cambio climático*.