

# EVALUACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL PROMEDIO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA TESCUA

## EVALUATION OF THE AVERAGE ANNUAL PRECIPITATION OF THE TESCUA STREAM WATERSHED

Javier Alfonso Cárdenas Gutiérrez<sup>1</sup>

José Leonardo Jácome Carrascal<sup>2</sup>

Mawency Vergel Ortega<sup>3</sup>

Universidad Francisco de Paula Santander

231

### RESUMEN

El departamento de Norte de Santander cuenta con múltiples estaciones meteorológicas a lo largo de su territorio. Estas estaciones poseen valiosa información que permite determinar la modelación hidrológica para el desarrollo viable de diferentes tipos de proyectos dependiendo principalmente de tres variables: temperatura,

precipitación y caudal. Por lo tanto, en este estudio se evaluará una de estas variables, la cual es precipitación anual promedio de la cuenta hidrográfica de la quebrada Tescua, ubicada entre los municipios de Bochalema y Pamplonita del Departamento de Norte de Santander - Colombia. Debido a que la información climatológica es dispersa, ya que no existen estaciones que midan esta información específicamente para este punto geográfico. Se utilizarán los datos suministrados por el IDEAM entre los años 1990 hasta 2020 de las estaciones meteorológicas más cercanas y mediante la metodología de interpolación inversa y el uso de imágenes satelitales se podrán determinar los valores necesarios para realizar esta investigación.

1. <sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta – Colombia, Orcid: [0000-0002-9894-0177](https://orcid.org/0000-0002-9894-0177)

Email: [javieralfonsocg@ufps.edu.co](mailto:javieralfonsocg@ufps.edu.co) Magister en Administración de Empresas con Especialidad en Dirección de Proyectos grupo de Investigación en transporte y obras civiles.

1. <sup>2</sup> 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](mailto:jose.jacome@ufps.edu.co) Maestría en ingeniería civil grupo de Investigación en transporte y obras civiles.

1. <sup>3</sup> Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta – Colombia, Orcid: [0000-0001-8285-2968](https://orcid.org/0000-0001-8285-2968)

Email: [Mawencyvegel@ufps.edu.co](mailto:Mawencyvegel@ufps.edu.co) Doctora en Educación, Doctorando en Proyectos. grupo de Investigación Euler

**PALABRAS CLAVE:**

Cuenca, Precipitación, Modelo Hidrológico, Temperatura, Zona Tropical.

**ABSTRACT**

The department of Norte de Santander has multiple meteorological stations throughout its territory. These stations have valuable information that allows determining the hydrological modeling for the viable development of different types of projects depending mainly on three variables: temperature, precipitation and flow. Therefore, one of these variables will be evaluated in this study, which is the average annual precipitation of the hydrographic account of the Tescu stream, located between the municipalities of Bochalema and Pamplonita in the Department of Norte de Santander - Colombia. Due to the fact that climatological information is scattered, since there are no stations that measure this information specifically for this geographic point. The data provided by IDEAM between 1990 and 2020 from the closest meteorological stations will be used and through the methodology of inverse interpolation and the use of satellite images, the necessary values to carry out this research can be determined.

**KEY WORDS:**

Basin, Precipitation, Hydrological Model, Temperature, Tropical Zone.

**INTRODUCCIÓN**

Los cambios presenciados en el ciclo del agua y el patrón hidrológico en general es un tema de discusión que genera gran preocupación a nivel general en la población, es por esto, que tiene una atención especial dentro del ámbito investigativo (Zaragoza Martí, 2019). El clima es el conjunto de las condiciones en la atmosfera, las cuales varían de acuerdo a los estados y las evoluciones de un territorio a lo largo del tiempo (Instituto de Hidrología

Meteorología y Estudios Ambientales, 2019). Las precipitaciones, son uno de los diferentes elementos climatológicos que están asociados directamente a la temperatura del ambiente, dirección y velocidad del viento, la humedad, la presión de la atmósfera, cantidad de horas de sol, entre otras. (Ramírez-Cerpa et al., 2017). Las precipitaciones manejan alta peligrosidad y un grado considerable de importancia, puesto que ocasionan uno de los desastres naturales más extendido a nivel mundial, las inundaciones (Herrera et al., 2018; Ramírez-Cerpa et al., 2017). Sin embargo, también pueden generar pérdidas de suelo fértil, daños en todos los tipos de infraestructura, contaminar el agua y afectar directamente a la agricultura. (Gutierrez et al., 2020; Hurtado-Figueroa et al., 2018; Ilbay-Yupa et al., 2019) and therefore to the sedimentation in the lower part of the watershed. To know about the aggressiveness of rain in coastal and Andean regions contributes to the formulation of mitigation measures that help to the reduction of erosion and loss of nutrients. Fournier indices, Modified Fournier and precipitation concentration provide the ability to estimate the spatial and temporal distribution of the aggressiveness of the rain. This study presents a spatial and temporal analysis of climatic aggressiveness in the Guayas river watershed located on the coast and the equatorial Andes. Registered monthly data of 30 rainfall stations for the period 1968-2014 was selected. Homogeneous precipitation zones were determined by the k-means method. The results indicated two predominant homogenous regions, the first located to the west in the coastal and Andean zone (85,2% of the area of the Watershed. Estas precipitaciones son medidas mediante un instrumento llamado pluviómetro, el cual es el encargado de recoger y medir la cantidad de precipitación que ocurrió en un punto geográfico específico (Manrique et al., 2020). Los datos obtenidos por estos instrumentos, los cuales son ubicados estratégicamente, se deben organizar y analizar con el fin de poder describir las variaciones temporales y espaciales del

comportamiento hidrológico de una zona (Luna Caiza & Zambrano Nájera, 2016.)

De tal forma, la medición de la precipitación es crucial para la realización de modelos hidrológicos que permitan determinar el aporte hídrico dentro de una cuenca o sub cuenca hidrográfica (Ureña et al., 2018). Estos modelos se realizan con el fin de desarrollar infraestructuras hidráulicas, capacidad de abastecimiento del agua, así como la realización de planes ambientales para el correcto uso y gestión de este recurso natural (Alarcón Africano & Díaz Suescún, 2018; Huang et al., 2019; Saddique et al., 2020; Soares et al., 2020). Por lo tanto, en este estudio, se calculará la precipitación promedio anual dentro de la cuenca hidrográfica de la quebrada Tescuca, ubicada entre los municipios de Bochalema y Pamplonita del departamento Norte de Santander, Colombia.

## METODOLOGÍA

Para el óptimo desarrollo de esta investigación primero se determinó la zona de estudio, ubicada en el departamento Norte de Santander, posteriormente se delimitó la cuenca hidrográfica mediante el uso del software ArcGIS utilizando información de modelos de elevación digital que se encuentran en la base de datos del servicio geológico de los estados unidos (USGS).

Finalmente, se seleccionaron las estaciones pluviométricas más cercanas con el fin de interpolar los datos, para esta interpolación se utilizaron los valores de precipitación anual desde los años 1990 hasta el año 2020 almacenados en las estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y mediante las diferentes herramientas suministradas por el software, se logró calcular la precipitación promedio anual.

## DESARROLLO

### DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

La quebrada Tescuca se encuentra dentro del departamento de Norte de Santander ubicado en el Nororiente Colombiano como se evidencia en la figura 1, en los límites fronterizos de los municipios de Bochalema y Pamplonita.



Figura 1. Ubicación geográfica quebrada Tescuca

### IDENTIFICACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Para identificar la cuenca de esta quebrada se utilizaron las herramientas de hidrología dentro del software ArcGIS, primero, la herramienta dirección de flujo para calcular la manera en que se distribuye la lluvia a lo largo del mapa (figura 3).



Figura 2. Modelo de elevación geográfica



Figura 3. Dirección de flujo



Figura 4. Acumulación de flujo

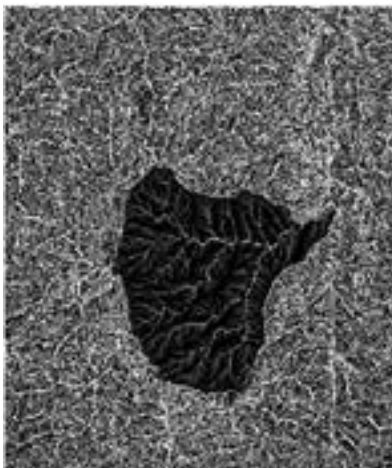


Figura 5. Ramificación de la cuenca



Figura 6. Precipitación 1990



Figura 7. Precipitación 2020

Posteriormente, se acumula el flujo para poder observar los diferentes causas que se generan dentro de este espacio geográfico. En la siguiente figura se observa el cauce principal del río pamplonita y en la parte central derecha el cauce de estudio. De tal forma, que, con la herramienta de delimitación de cuencas, se marca el punto final del cauce y se obtiene la cuenca de la quebrada Tescua como se observa a continuación en la figura 5. Posteriormente con una pequeña ecuación logarítmica se logran evidenciar las ramificaciones de esta.

Posteriormente al delimitar la cuenca, mediante la información suministrada por el IDEAM en 4 estaciones cercanas que rodean de manera perimetral esta zona, y mediante la interpolación inversa se logro determinar la precipitación promedio de cada año entre 1990 y 2020. En las figuras anteriores se logra apreciar la distribución espacial de los datos de precipitación de los años 1990 y 2020. Por ultimo se utilizó la herramienta de estadísticas zonales para determinar el valor promedio de precipitación en cada uno de los años estudiados y posteriormente se evalua el promedio anual de esta cuenca.

## RESULTADOS

En la figura 8, se puede ver el valor de precipitación promedio calculado mediante la interpolación inversa, utilizando sistemas de elevación digital y especificaciones zonales con el fin de acercarnos al valor más real posible.

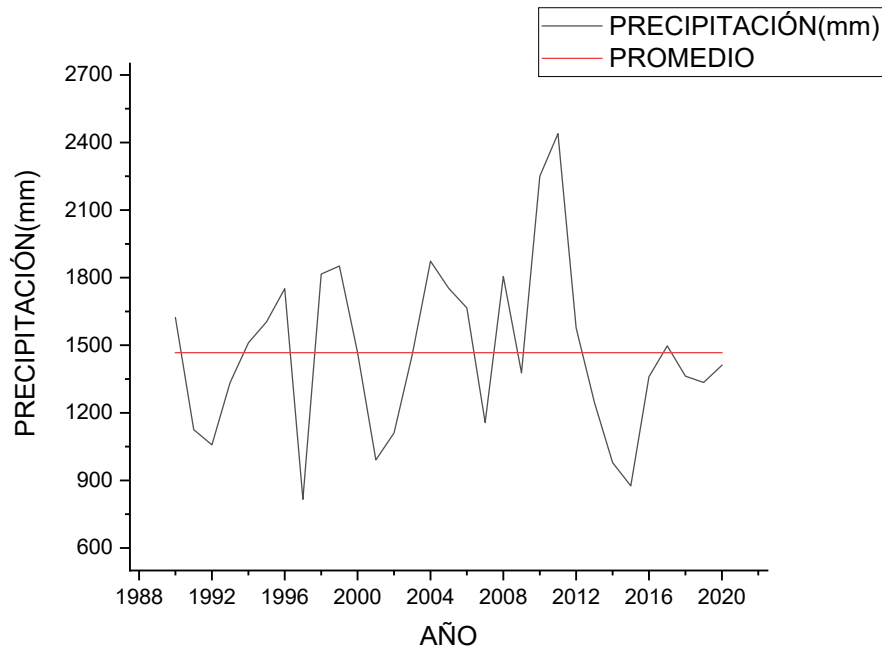


Figura 8. Precipitaciones anuales y precipitación promedio

Esta metodología se puede aplicar a cualquier cuenca hidrográfica que no posea información climatológica dentro de su área, pero que si posea información cercana, como lo es el caso de este proyecto.

## CONCLUSIONES

En los resultados se logra apreciar valores mínimos promedio en los años 1997 y 2015, con unas medidas de 815,94 mm y 875,41 mm respectivamente. Los datos más importantes y elevados, ocurrieron en los años 2010 y 2011 con valores de 2250,44 mm y 2439,57mm, valores que se relacionan con el fenómeno global que ocurrió en ese periodo de tiempo, dando una confiabilidad a la información encontrada.

El valor promedio total anual de precipitación en esta cuenta es de 1467,02 mm por año, teniendo una variación estándar de 375,61mm. Estos valores se encuentran dentro de los rangos de precipitación para una cuenca dentro de esta zona tropical.

El modelado permite establecer rangos y parámetros bases para identificar posibles fenómenos globales o locales, con aras de mitigar sus riesgos o aprovechar las situaciones que se presenten de la mejor manera posible, como la captación de agua en épocas invernales fuertes y su correcta distribución en posibles épocas de sequía.

## 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*.
- 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.
- 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.
- Huang, J., Pang, Y., Zhang, X., & Tong, Y. (2019). Water environmental capacity calculation and allocation of the Taihu Lake Basin in Jiangsu Province based on control unit. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), 3774.
- 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. (2019). *Tiempo y clima: Colombia*. [http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p\\_p\\_id=110\\_INSTANCE\\_xYvIPc4uxk1Y&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_column-id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=2&\\_110\\_INSTANCE\\_xYvIPc4uxk1Y\\_struts\\_action=%2Fdocument\\_library\\_display%2Fvie](http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p_p_id=110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_column-id=column-1&p_p_col_count=2&_110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fvie)
- Luna Caiza, J., & Zambrano Nájera, J. (n.d.). *Análisis De Las Precipitaciones En Las Cuencas Urbanas De Alta Montaña*.
- Manrique, O. B., Concepción, G. D., & Smith, I. C. C. (2020). CONSTRUCCIÓN DE PLUVIOMETROS CON MATERIALES RECICLABLES PARA LA MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL CONSTRUCTION OF PLUVIOMETERS WITH RECYCLABLE MATERIALS FOR THE MENSURATION OF THE PLUVIAL PRECIPITATION. *Universidad&Ciencia*, 9(1), 96–110.
- 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.
- Saddique, N., Khaliq, A., & Bernhofer, C. (2020). Trends in temperature and precipitation extremes in historical (1961–1990) and projected (2061–2090) periods in a data scarce mountain basin, northern Pakistan. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 34(10), 1441–1455.
- Soares, A. L. C., Pinto, C. C., & Oliveira, S. C. (2020). Impacts of anthropogenic activities and calculation of the relative risk of violating surface water quality standards established by environmental legislation: a case study from the Piracicaba and Paraopeba river basins, Brazil. *Environmental Science and*

*Pollution Research*, 1–15.

Ureña, J. E., Vallejos, A. G., Saavedra, O. C., & Escalera, A. C. (2018). Evaluación de la Precipitación Distribuida en la Cuenca Katari Basado en Tecnología Satelital y Productos Derivados. *Investigación & Desarrollo*, 18(1), 35–51.

Zaragoza Martí, M. F. (2019). *La exigibilidad de un cambio de paradigma ecosocial como herramienta de planificación y gestión hidrológica*. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/88472>