

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA TESUCA, NORTE DE SANTANDER

ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION IN THE TESUCA CREEK BASIN, NORTE DE SANTANDER

Javier Alfonso Cárdenas Gutiérrez¹

José Leonardo Jácome Carrascal²

Mawency Vergel Ortega³

Universidad Francisco de Paula Santander

RESUMEN

La evapotranspiración real es una variable climatológica imprescindible en la determinación de una gran cantidad de estudios multidisciplinarios tales como, el uso del suelo y su posible aporte a la agricultura, el cálculo de pozos subterráneos o como lo es en este estudio, para la próxima determinación del balance hídrico en esta zona. Mediante el uso del método Thornthwaite junto a la ecuación de Budyko para poder establecer el valor más cercano a la realidad según estas

modelaciones matemáticas, para la quebrada Tesuca que se encuentran en el departamento de Norte de Santander, mediante el uso de información climatológica compartida por el IDEAM.

PALABRAS CLAVE:

Evapotranspiración, Evapotranspiración Potencial, Evapotranspiración Real, Quebrada, Norte de Santander, Thornthwaite, Budyko.

ABSTRACT

The real evapotranspiration is an essential climatological variable in the determination of a large number of multidisciplinary studies such as land use and its possible contribution to agriculture, the calculation of subway wells or, as it is in this study, for the next determination of the water balance in this area.

¹ Universidad Francisco de Paula Santander
Cúcuta – Colombia, Orcid: 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

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

Email: Mawencyvegel@ufps.edu.co grupo de Investigación Euler

Therefore, in this research, by using the Thornthwaite method together with the Budyko equation to establish the closest value to reality according to these mathematical modeling, for the Tescua stream located in the department of Norte de Santander, by using climatological information shared by the IDEAM.

KEYWORDS:

Evapotranspiration, Potential Evapotranspiration, Actual Evapotranspiration, Quebrada, Norte de Santander, Thornthwaite, Budyko.

INTRODUCCIÓN

La evapotranspiración es uno de los aspectos claves para poder realizar el calculo del balance hídrico de una zona de estudio, como lo es un cuenca hidrográfica (Gutiérrez et al., 2021). La evapotranspiración potencial es aquella capacidad máxima que tiene una capa de verde, continua y de corta altura de perder recurso hídrico, cuando este se suministra de manera ilimitada al suelo (IDEAM, 2018). Esta variable, es importante para balance de energías, se estima con métodos directos e indirectos utilizando los datos meteorológicos los cuales incluyen ecuaciones que requieren de diferente información climática para su correcto cálculo (Marcelo et al., 2019). La evapotranspiración es un componente importante para el ciclo del agua y constituye un factor clave en la relación que tiene la capa terrestre con la atmosfera (Torres Hernández et al., 2013; Wang et al., 2019)

Debido a que este cálculo se realiza mediante información climatológica, a nivel global se ha presentando una preocupación por encontrar la metodología más idónea para realizar esta medición, la cual es ampliamente utilizada para estudios hidrológicos, agricultura, estudios climáticos, diseño de infraestructuras y planes de gestión de calidad y uso sustentable de recursos (Gutierrez et al., 2020; Huaccoto Garcia, 2017; Hurtado-Figueroa et al., 2018;

Liu et al., 2019; Zeng & Cai, 2016). En esta investigación, se analiza la evapotranspiración real mediante el método Thornthwaite y la ecuación de Budyko con el fin de determinar posteriormente el balance hídrico de la cuenca hidrográfica de la quebrada Tescua, ubicada en el departamento Norte de Santander – Colombia. Utilizando datos suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

METODOLOGÍA

Para el determinar el valor de la evapotranspiración potencial de esta cuenca, se utiliza el método de Thornthwaite y posteriormente se utilizará la ecuación de Budyko para determinar el valor real de esta. El Método de Thornthwaite calcula la evapotranspiración potencial mediante la consideración de la temperatura media del aire y un índice de calor anual. Definida la Evapotranspiración potencial mensual como

$$ETP_{corregida} = 1.6 \left[\frac{10T_a}{I} \right]^a \frac{Dias\ del\ Mes}{30} * \frac{Horas\ de\ sol}{12}, \quad 461$$

siendo Ta=Temperatura media mensual del aire C°; I= Índice anual de calor $I = \sum_{i=1}^{12} \left[\frac{T_a}{5} \right]^{1.5}$

Por su parte, la ecuación de Budyko, es una ecuación basada en los datos de Evapotranspiración Potencial ETP y Precipitación para lograr calcular el valor de la Evapotranspiración Real

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

DESARROLLO

DATOS CALCULADOS POR LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL IDEAM

La información evidenciada en la tabla 1, fue calculada por diferentes modelos matemáticos con base a los datos climatológicos encontrados en estaciones meteorológicas de la región,

puesto que en la zona de esta cuenca hidrográfica no se encuentran estaciones meteorológicas propias. El valor de la precipitación promedio de esta cuenca como 1467 mm/año.

Tabla 1. Valores mensuales de horas de luz y temperatura media

Mes	Horas de luz	Temperatura media del aire
Enero	11,74	15,79
Febrero	11,87	16,20
Marzo	12,05	16,67
Abril	12,30	17,03
Mayo	12,46	17,22
Junio	12,54	16,97
Julio	12,5	16,95
Agosto	12,36	17,20
Septiembre	12,20	17,03
Octubre	11,95	16,90
Noviembre	11,80	16,70
Diciembre	11,70	16,07

RESULTADOS

El primer cálculo a realizar es el de la ecuación (2) de tal forma tenemos la tabla 2 con el calculo individual y posteriormente la aplicación de la ecuación:

Tabla 2. Valores mensuales de índice de calor (I)

Mes	Temperatura media del aire	I
Enero	15,79	5,7031
Febrero	16,20	5,9288
Marzo	16,67	6,1911
Abril	17,03	6,3947
Mayo	17,22	6,5030
Junio	16,97	6,3606
Julio	16,95	6,3492
Agosto	17,20	6,4916
Septiembre	17,03	6,3947
Octubre	16,90	6,3209
Noviembre	16,70	6,2080
Diciembre	16,07	5,8569

De tal forma, que la sumatoria evidencia un valor de $I = 74,70$. Al calcular el valor de a : Por lo tanto, podemos calcular el valor de la Evapotranspiración Potencial por medio de la ecuación 1, los resultados obtenidos se representan en la tabla 3.

462

Tabla 3. Valor de Evapotranspiración Potencial (ETP)

Mes	ETP
Enero	58,42
Febrero	60,88
Marzo	63,78
Abril	66,00
Mayo	67,22
Junio	65,65
Julio	65,52
Agosto	67,06
Septiembre	66,00
Octubre	65,17
Noviembre	63,92
Diciembre	60,11

Para el valor de L según el mes tenemos los siguientes resultados en la tabla 4.

Mes	Días	Horas de luz	L
Enero	31,00	11,74	1,01
Febrero	28,00	11,87	0,92
Marzo	31,00	12,05	1,04
Abril	30,00	12,30	1,03
Mayo	31,00	12,46	1,07
Junio	30,00	12,54	1,05
Julio	31,00	12,51	1,08
Agosto	31,00	12,36	1,06
Septiembre	30,00	12,20	1,02
Octubre	31,00	11,95	1,03
Noviembre	30,00	11,80	0,98
Diciembre	31,00	11,70	1,01

Y mediante el uso de la ecuación 4 obtenemos el siguiente resultado plasmado en la figura 1.

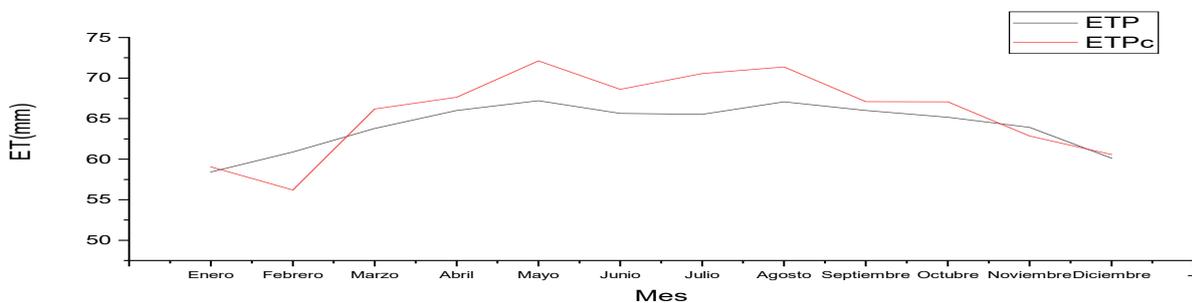


Figura 1. Evapotranspiración Potencial y Evapotranspiración Potencial Corregida mensual

Posteriormente utilizamos la Ecuación de Budyko para hacer el calculo de la Evapotranspiración Real y lo comparamos con la Evapotranspiración Corregida, obteniendo la Figura 2.

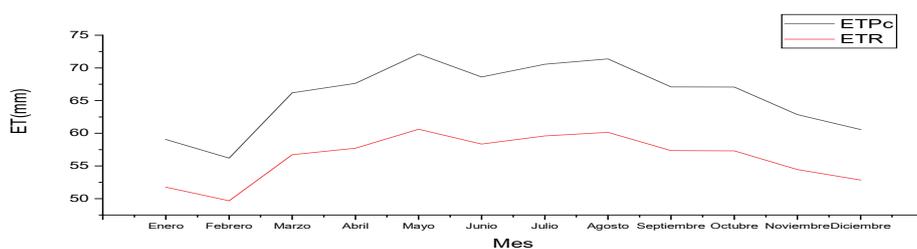


Figura 2. Evapotranspiración Potencial Corregida y Evapotranspiración Real mensual

CONCLUSIONES

Los valores calculados de evapotranspiración real anual promedio corresponden a 676,52 mm/año, es un valor proporcional a los datos de evapotranspiración según la altura de la zona de estudio.

Los meses donde menos ocurre esta evapotranspiración son durante los meses de noviembre a febrero, puesto que, en esa época del año, es donde ocurren la época invernal de esta zona. Así mismo, se evidencia que la mayor evapotranspiración ocurre a mediados del año, en la época de verano.

La metodología utilizada, es una de las muchas que existen, sin embargo, se considera como una de las más completas debida a la cantidad de variables que tiene en cuenta. El exitoso cálculo de este valor, permitirá la continuidad de otros estudios climatológicos, aplicados a diversos campos de la ingeniería, la agricultura, la agronomía y el manejo responsable de los recursos hídricos.

Por último, el seguimiento de este parámetro, de manera anual o mensual, permitirá la prevención y acción por parte del estado frente a posibles fenómenos hidrológicos que afecten directa o indirectamente a la población y el ecosistema, pudiendo así, determinar las medidas más óptimas para mitigar estas posibles problemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gutiérrez, J. A. C., Carrascal, J. L. J., & Ortega, M. V. (2021). Determinación de la evapotranspiración potencial y real en cuenca hidrográfica, utilizando modelos matemáticos. *Boletín Redipe*, 10(3), 225–231.
- 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.
- Huaccoto Garcia, P. (2017). *Determinación del método más eficiente para calcular la evapotranspiración potencial para un modelo lluvia-escorrentía en la cuenca Huancané-Puno*.
- 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.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). *VALIDACIÓN DE LAS FÓRMULAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (E_{TO}) PARA COLOMBIA*.
- Liu, Z., Yao, Z., & Wang, R. (2019). Simulation and evaluation of actual evapotranspiration based on inverse hydrological modeling at a basin scale. *Catena*, 180, 160–168.
- Marcelo, A. R. B., Vargas, M. B., Zuñiga, O. M., Rodrigues, J. Q., Quispe, B. F. B., & Astuhuaman, G. G. (2019). Variables climáticas y la evapotranspiración potencial de Hargreaves calibrada para la zona andina del Perú. *Revista de Investigación Multidisciplinaria CTSCAFE*, 3(7), 18.

- Torres Hernández, A., Vásquez, R., & Resumen, V. (2013). *Prospección de la estimación de la evapotranspiración de referencia, bajo las condiciones del valle de Chaca, Arica-Chile*.
- Wang, Y., Luo, Y., & Shafeeque, M. (2019). Using a Gaussian Function to Describe the Seasonal Courses of Monthly Precipitation and Potential Evapotranspiration across the Yellow River Basin, China. *Journal of Hydrometeorology*, 20(11), 2185–2201.
- Zeng, R., & Cai, X. (2016). Climatic and terrestrial storage control on evapotranspiration temporal variability: Analysis of river basins around the world. *Geophysical Research Letters*, 43(1), 185–195.