

Distribución de precipitaciones máximas en el departamento de Nariño utilizando plataformas de alta resolución espacial

Andrea Camila Delgado Bucheli

Yeiner Andrés Castillo Gutiérrez

Estudiantes de Ingeniería Ambiental

Universidad Mariana

En el ámbito de la ingeniería, actualmente, el análisis de datos hidrometeorológicos a través de tecnologías avanzadas se ha convertido en un componente esencial para comprender y gestionar eficazmente los recursos hídricos en distintas regiones del mundo, sobre todo en aquellas en vías de desarrollo, donde la disponibilidad de la información y la accesibilidad son escasas. El empleo de bases de datos satelitales es un recurso valioso para estudios sobre la distribución y estimación de la precipitación, tanto a nivel global (Paredes-Trejo et al., 2017), como en regiones más específicas (Rivera et al., 2018).

Esta investigación ofreció una oportunidad para explorar los conceptos teóricos, desarrollar habilidades en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y utilizar nuevas herramientas en el campo de la ingeniería ambiental; por lo tanto, a través de esta experiencia, en los siguientes párrafos se menciona la información utilizada y la importancia de abordar este tipo de investigaciones.

ERA 5

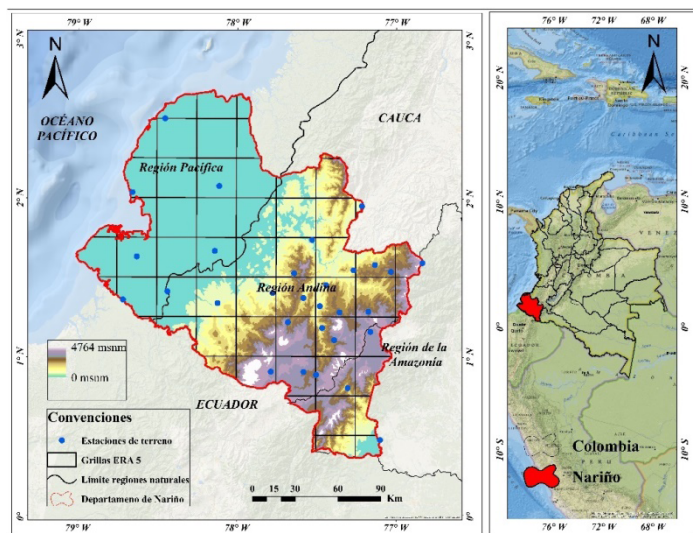
ERA5 es el re-análisis atmosférico del clima global del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF, por sus siglas en inglés) de quinta generación, con una resolución espacial horizontal de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ o $31 \text{ km} \times 31 \text{ km}$ y una resolución temporal de una hora (Hersbach et al., 2023). Este cuenta con datos de precipitación total, disponibles para su descarga de forma libre y gratuita a través de su plataforma, en dos formatos: GRIB1 y NetCDF, los cuales, a través de un software como arcmap pueden ser abiertos y exportados a uno compatible en Excel, para su visualización y posterior análisis. Cabe mencionar que este producto mide la precipitación de una forma indirecta y no *in-situ* como lo hacen los pluviómetros y pluviógrafos que se encuentran en las estaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), distribuidas en las diferentes regiones de Colombia.

Estaciones *in-situ* en el área de estudio

El departamento de Nariño se caracteriza por tener tres regiones con características diferenciadas: la región andina, pacífica y amazónica (Figura 1), donde la capacidad para estimar lluvias de diseño a través de análisis hidrológicos y climáticos es limitada. Históricamente, estos diseños han estado basados en información pluviográfica y pluviométrica que es escasa, con tendencia decreciente y con registros temporales insuficientes en diferentes estaciones (Scasserra y Uriburu, 2020).

Figura 1

Distribución de estaciones in-situ o de terreno y regiones naturales del departamento de Nariño



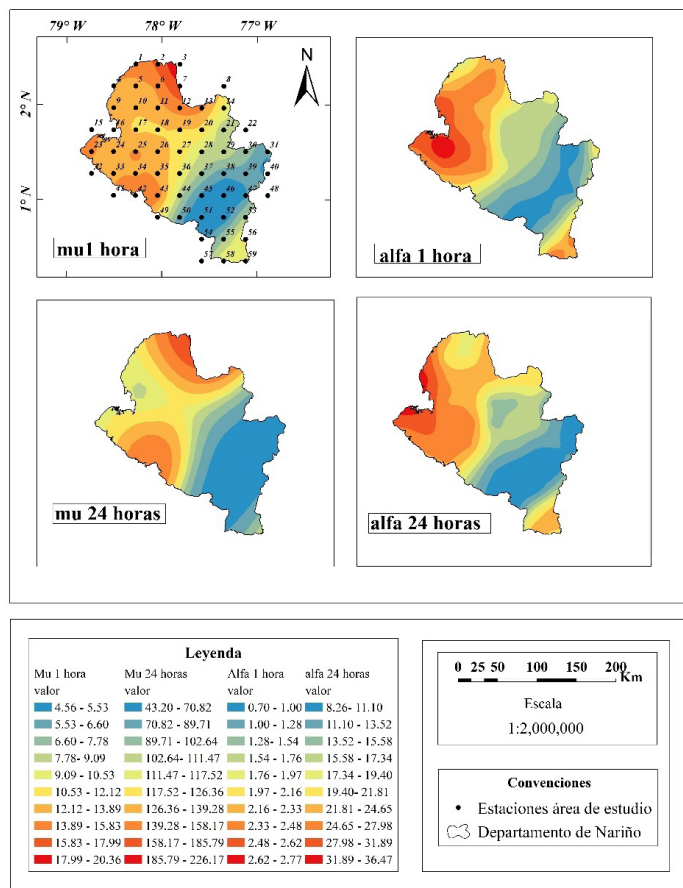
En la Figura 1, los puntos azules corresponden a las estaciones in-situ y, las cuadrículas (grillas) proporcionan datos de precipitación total de ERA 5, ofreciendo información geográficamente distribuida y homogénea en áreas que no cuentan con estaciones del IDEAM.

Desarrollo de la investigación

Con los datos de precipitación total horaria, se genera series de precipitación máxima para un periodo de 36 años, desde 1988 a 2023, en todo el departamento de Nariño. Las series fueron validadas estadísticamente con las pruebas de Cramer y T de Student, para evaluar la homogeneidad; análisis de outliers para evaluar la normalidad de los datos; y, la independencia de las series con la prueba de Anderson-Darling. Posterior a ello, se efectuó un análisis de frecuencia concordando los datos por medio de la función de Gumbel ajustado por momentos y evaluada por error estándar de ajuste. También se realizó la validación de esta información, comparando los datos de ERA 5 con los observados directamente por las estaciones del IDEAM para, finalmente, validar un modelo paramétrico regional que describa el comportamiento de la intensidad, duración, frecuencia de las lluvias en el área de estudio. Además, con ayuda de las herramientas de arcmap se puede generar mapas interpolados de la zona, para una mejor representación visual de la distribución de precipitación máxima y los parámetros de ajuste (α , μ) utilizados en la función de Gumbel (Figura 2).

Figura 2

Mapa de interpolación de los parámetros de ajuste (α , μ) en el área de estudio



El uso y análisis de datos satelitales en esta región aún es limitado y no se comprende completamente su comportamiento en aplicaciones de diseño hidrológico, lo que resulta en una confiabilidad desconocida en la estimación de patrones de precipitación máxima. Por lo tanto, aquí radica la importancia de conocer el grado de confiabilidad y hacer un aporte en estos temas, basados en las herramientas que brinda el mundo actual.

Conclusiones

A través de la investigación, como autores, estos nuevos conocimientos contribuyen a nuestra formación académica y profesional, generando oportunidades para divulgar los resultados en conferencias a nivel institucional y regional. Un ejemplo de ello fue la presentación de los resultados en el II Seminario de Investigación Ambiental de Nariño (SIAN), donde se destacó la importancia

de implementar un uso piloto de tecnologías de sensoramiento remoto y bases de datos satelitales, como las proporcionadas por el servicio de reanálisis climático de Copernicus C3S (ERA5), dado que crea una oportunidad para la articulación de nueva información relevante, que pueden utilizar tanto las entidades públicas como las privadas en el departamento de Nariño, así como investigadores interesados en este mismo enfoque. Además, fomenta el interés en la evaluación de la gestión del recurso hídrico mediante nuevas tecnologías y la aplicación de metodologías estadísticas, ya estudiadas por otros investigadores, en datos satelitales que no han sido analizados con frecuencia en la región.

Referencias

- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J. N. (2023). ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present. *Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS)*. <https://doi.org/10.24381/cds.adbb2d47>
- Paredes-Trejo, F. J., Barbosa, H. A., & Kumar, T. L. (2017). Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, 139, 26-40. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2016.12.009>.
- Rivera, J. A., Marianetti, G., & Hinrichs, S. (2018). Validation of CHIRPS precipitation dataset along the Central Andes of Argentina. *Atmospheric Research*, 213, 437-449. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.06.023>.
- Scasserra, D. C. y Uriburu, M. (2016). Análisis comparativo de curvas IDR obtenidas a partir de estimaciones remotas de recepción de la misión satelital TRMM y de mediciones pluviográficas in situ. https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_72.pdf

