



Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Civil

**Pronóstico de imágenes satelitales de precipitación usando productos
geoestacionarios GOES**

Trabajo previo a la obtención del grado académico de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Josué Sebastián Muñoz Pauta

Director interno:

Ing. María Belén Arévalo Durazno, MSc.

Director externo:

Ing. Rolando Céleri Alvear, PhD.

Cuenca, Ecuador

2024

Dedicatoria

A Dios, por su constante guía, regalándome fortaleza y sabiduría en cada momento de mi vida.

A mis padres, Fernando y Gladys, cuyo amor y apoyo incondicional han sido fundamentales en mi desarrollo personal y profesional. Gracias por inculcarme la importancia del esfuerzo y la perseverancia.

A mis hermanos, David, Paúl, Viviana y Salomé, por ser un ejemplo de dedicación, esfuerzo y compromiso. Su cariño y apoyo diario han sido mi fuente de motivación y energía.

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a mi directora de tesis, la Ing. Belén Arévalo, por brindarme su dirección y apoyo académico durante la investigación realizada.

Agradezco al Departamento de Hidrología y Ciencias Ambientales de la Universidad de Cuenca por proporcionarme los recursos e información necesarios para llevar a cabo este estudio. En particular, quiero agradecer al Ing. Rolando Célleri y al Ing. Paúl Muñoz por su valioso conocimiento brindado, así como por su dedicación y paciencia que demostraron a lo largo de este trabajo.

Resumen

La representación adecuada de la precipitación es crucial para el desarrollo de aplicaciones en recursos hídricos, particularmente en la hidrología operacional. Ante la insuficiencia de información in situ de precipitación, se ha optado por utilizar imágenes satelitales de libre acceso. Sin embargo, la información satelital consultada presenta un tiempo de latencia, lo que constituye una limitación para su implementación. Una solución innovadora es el desarrollo de modelos de predicción de precipitación satelital utilizando otra información satelital de baja latencia, correlacionada con la precipitación. En este estudio, se desarrolló modelos de predicción para el producto satelital IMERG-ER (latencia de 5 horas) usando información del Advanced Baseline Imager (ABI) del satélite GOES-16 (latencia de 10 minutos). Los modelos de predicción se basaron en un algoritmo de aprendizaje automático, Random Forest, aplicado a la cuenca del río Jubones en el sur de Ecuador. Los modelos se entrenaron con información horaria para un período de 5 años y se evaluó la eficiencia de las predicciones mediante métricas cuantitativas y cualitativas a múltiples escalas temporales. Se encontró una mejora progresiva en la precisión del modelo con la ampliación de la escala temporal, con valores de RMSE (PCC) de 0.44 (0.56) hasta 0.12 (0.83) para escalas variables desde horarias a mensuales. Las métricas cualitativas a través del POD, FAR y CSI confirmaron los hallazgos cuantitativos respecto al efecto de la escala temporal. Los hallazgos de este estudio son prometedores, aunque se sugiere el uso de modelos de aprendizaje automático más complejos para las escalas temporales más finas.

Palabras clave: random forest; predicción de precipitación; IMERG-ER; ABI; Jubones.

Abstract

Accurate representation of precipitation is crucial for the development of hydrological applications, particularly in operational hydrology. Due to the insufficiency of in situ precipitation data, freely accessible satellite imagery has been utilized. However, the satellite-derived precipitation data consulted exhibit latency issues, posing a limitation for real-time applications. An innovative solution is the development of satellite precipitation prediction models using other low-latency satellite data correlated with precipitation. In this study, predictive models were developed for the IMERG-ER satellite product (5-hour latency) using data from the Advanced Baseline Imager (ABI) on the GOES-16 satellite (10-minute latency). The predictive models were based on a machine learning algorithm, Random Forest, applied to the Jubones River basin in southern Ecuador. The models were trained with hourly data over 5 years, and the prediction performance was evaluated using quantitative and qualitative metrics at multiple temporal scales. A progressive improvement in model accuracy was observed with the increase in temporal aggregation, with RMSE (PCC) values ranging from 0.44 (0.56) to 0.12 (0.83) for scales varying from hourly to monthly. Qualitative metrics, including Probability of Detection (POD), False Alarm Ratio (FAR), and Critical Success Index (CSI), corroborated the quantitative findings regarding the effect of temporal scale. The findings of this study are promising, although implementation of more advanced machine learning models is recommended for finer temporal resolutions.

Keywords: random forest; rainfall prediction; IMERG-ER; ABI; Jubones.