

Variación de la cobertura vegetal y su relación con la respuesta a variables hidrológica en los Andes colombianos

Vegetation cover variation and its relationship with the response to hydrological variables in the Colombian Andes

María Camila Moreno Uribe ^b

^a Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. mcmorenou@unal.edu.co

Junio 30 de 2023

Resumen

El uso de herramientas como herramientas tipo sistema de información como Google Earth Engine y de lenguajes de programación como Python que permiten analizar datos geoespaciales, lo anterior se utiliza para calcular los valores del NDVI y el análisis de los caudales y valores de prestación, los cuales permiten responder preguntas este tipo de preguntas ¿Cómo se correlaciona la variación en la cobertura vegetal y la respuesta hidrológica?

Palabras clave: Índice normalizado de vegetación; deforestación; sensores remotos; Google Earth Engine; LANDSAT 8.

Abstract

The use of tools such as information system tools such as Google Earth Engine and programming languages such as Python that allow the analysis of geospatial data, the above is used to calculate the NDVI values and the analysis of flows and provision values, which They allow us to answer questions of this type. How is the variation in vegetation cover and the hydrological response correlated?.

Keywords: Normalized vegetation index; deforestation; remote sensing; Google Earth Engine; LANDSAT 8.

1 Introducción

La intervención antrópica de los ecosistemas implica cambios en la cobertura vegetal, estos tienen efectos ambientales que modifican la respuesta hidrológica de una región. La urbanización de las cuencas conlleva a la impermeabilización del suelo, disminuyendo la infiltración y aumentando la escorrentía superficial, generado una rápida respuesta en el incremento de los caudales de un río, estos eventos que cada vez son más extremos aumentan el riesgo de inundación, en poblaciones ubicadas aguas abajo y en la rivera de una corriente [3].

En los Andes colombianos, el cambio climático amenaza la biodiversidad de esta región tropical, la deforestación causada por el crecimiento de la población ha modificado la cobertura del suelo, volviendo cada vez más frágil estos ecosistemas [2]. La región de los Andes concentra alrededor del 70 por ciento de la población colombiana, con una variedad de pisos térmicos y ecosistemas, los cuales están relacionados directamente con el clima de la región. Factores como el cambio climático, la variabilidad hidrológica, la alteración de la cobertura vegetal, la falta

de planificación de las urbes, los asentamientos cercanos al cauce de los ríos, el incremento de eventos hidrometeorológicos extremos, aumentan el riesgo por inundación en la región Andina, generando pérdidas humanas, ecosistémicas y económicas [1].

Los procesos urbanísticos, causan un desequilibrio en el medio ambiente, los cuales están relacionados con la modificación del ciclo hidrológico, como el incremento de las precipitaciones, la escorrentía superficial, los caudales, aumentando el riesgo de inundación [3].

El uso de herramientas como herramientas tipo sistema de información como Google Earth Engine y de lenguajes de programación como Python que permiten analizar datos geoespaciales, lo anterior se utiliza para calcular los valores del NDVI y el análisis de los caudales y valores de prestación, los cuales permiten responder preguntas este tipo de preguntas ¿Cómo se correlaciona la variación en la cobertura vegetal y la respuesta hidrológica?

2 Área de estudio y bases de datos

La zona de estudio se encuentra ubicada en la región de los Andes colombianos como se muestra en la figura 1. Para la zona de estudio el IDEAM cuenta con 496 estaciones de caudal, algunas de ellas con datos anteriores al 2013.

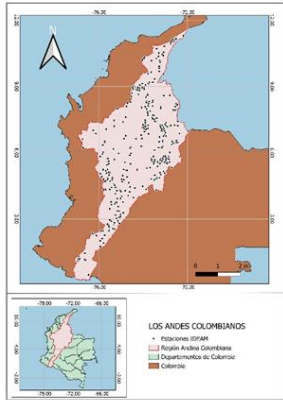


Figura 1. Zona de estudio y localización de estaciones del IDEAM
Fuente: Elaboración propia.

2.1. Imágenes de satélite

Para el índice de vegetación se utilizó el satélite Landsat 8, con datos disponibles desde el 18 del 03 del 2013 hasta 20 del 05 del 2023, con una resolución de 30 metros, para el análisis se utilizan las imágenes desde el año 2013 hasta el 2022.

2.2. Datos hidrológicos

Para realizar el análisis, fue necesario obtener series de caudales de las estaciones: Barrancabermeja, Coltepunkt, Mascota, Pailania, Peñas Blancas, San Miguel, Sonsón y el Valle de la región Andina de Colombia. Los cuales se encuentran publicados por el IDEAM. También se obtuvieron datos de la precipitación del satélite GPM: Monthly Global Precipitation Measurement (GPM) v6, con datos disponibles desde el 01 del 06 de 2000 hasta el 01 del 09 del 2022, con una resolución de $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$, para el análisis se toman los datos de la precipitación (mm/hr) en el año 2022.

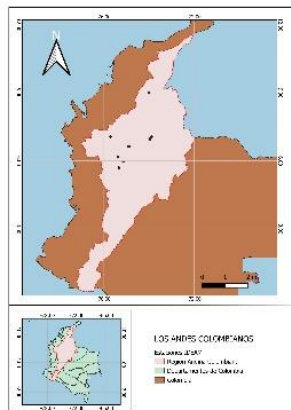


Figura 2. Zona de estudio y localización de estaciones del IDEAM seleccionadas.
Fuente: Elaboración propia.

3 Metodología y resultados.

3.1. Cálculo del NDVI

Mediante la herramienta Google Earth Engine se obtienen los índices de vegetación de los años 2013-2022.

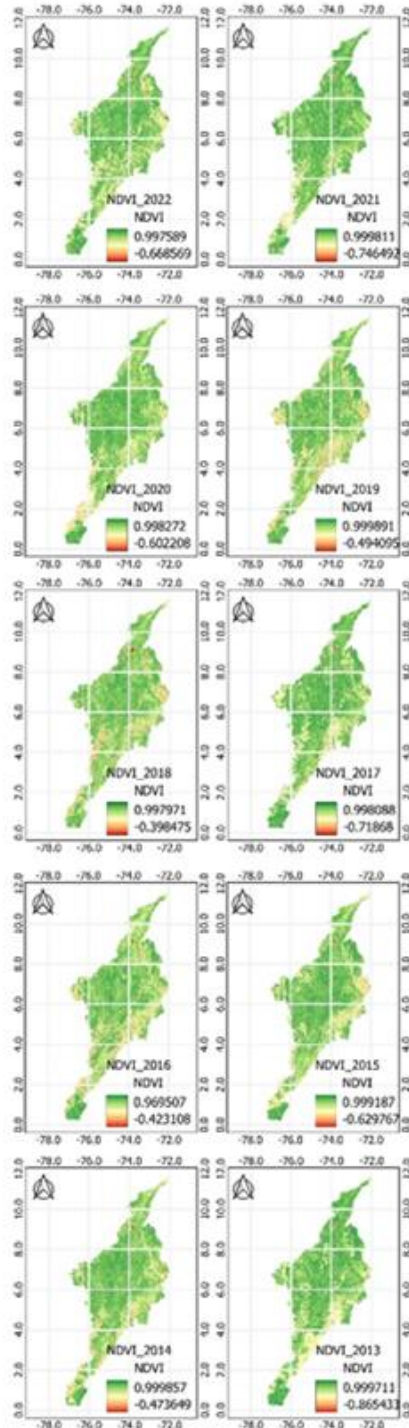


Figura 3 NDVI desde el 2013 hasta el 2022 para la región de los Andes.
Fuente: Elaboración propia.

3.2. Análisis exploratorio de los datos.

Del análisis exploratorio de los datos es posible conocer de forma detallada el comportamiento de las variables con que se trabaja, hablando de su media, varianza o si se comportan de forma normal, su asimetría e importancia de los valores extremos en la distribución.

de los datos, entre muchas otras características. Continuación se muestra la distribución de los NDVI (Figura 3).

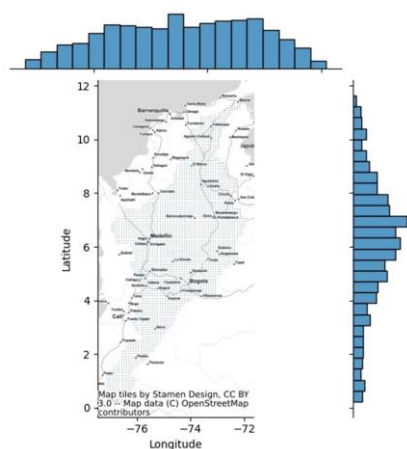


Figura 4 Distribución de los NDVI.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 3 es posible apreciar que la mayor cantidad de valores de NDVI están concentrados en las zonas centro debida a que es la zona con mayor área en los Andes colombianos.

3.3. Clustering.

Se realiza un agrupamiento espacial para los valores del NDVI y la precipitación utilizando el algoritmo K-means.

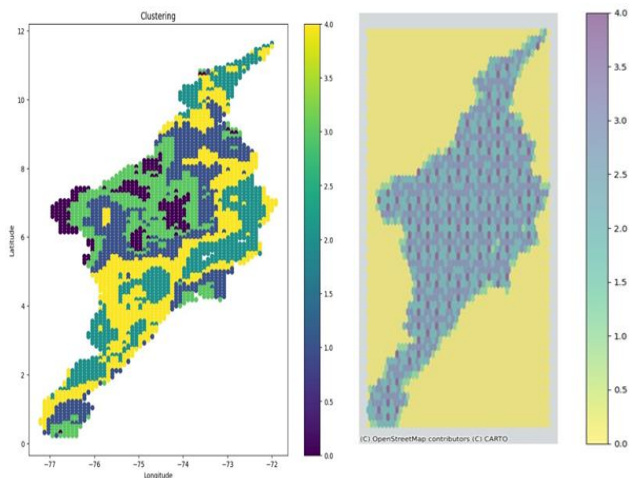


Figura 5 .Clustering NDVI y precipitación del año 2022.

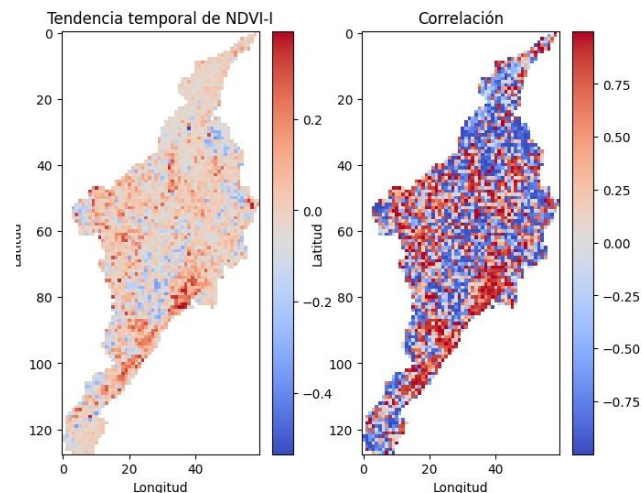
Fuente: Elaboración propia.

3.4. Regresión lineal.

Se realiza una regresión lineal entre el tiempo (variable x) y NDVI-I (variable y) en cada píxel. Para los años 2013, 2019 y 2022.

3.5. Correlación de Pearson.

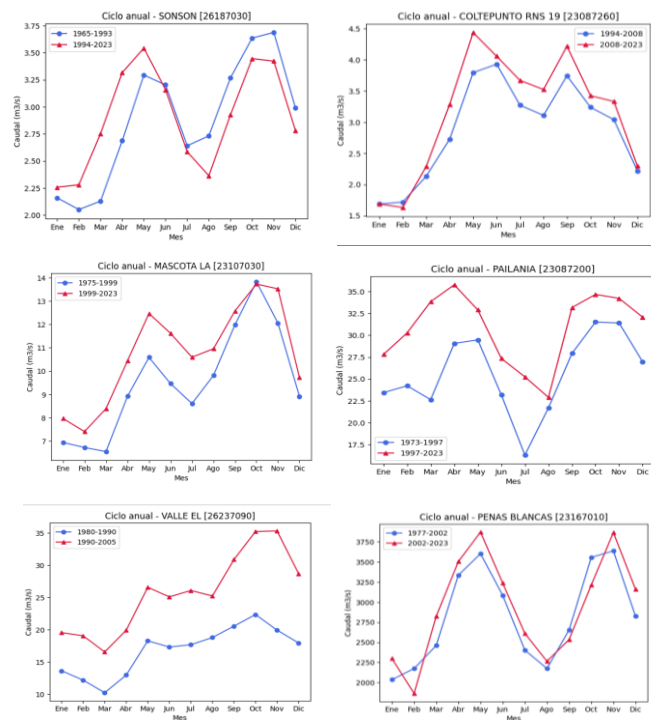
Se realiza una correlación de Pearson entre el tiempo (variable x) y NDVI-I (variable y) en cada píxel. Para los años 2013, 2019 y 2022.



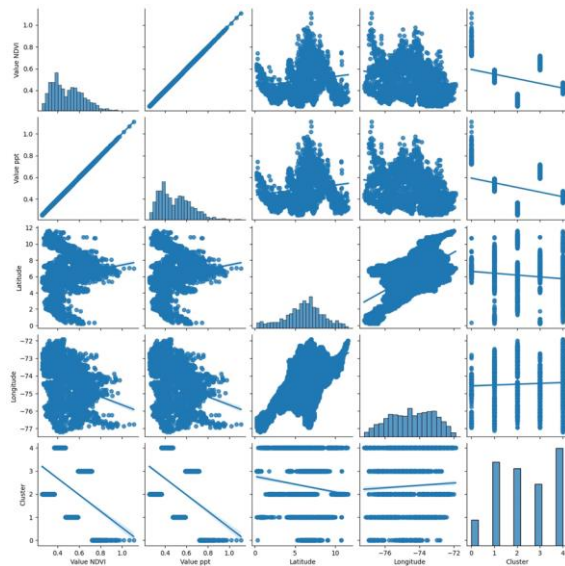
- Figura 6. Regresión lineal correlación de Pearson entre el tiempo (variable x) y NDVI años 2013, 2019 y 2022.
- Fuente: Elaboración propia.

3.6. Caudal

Para las estaciones las Barrancabermeja, Coltepunkt, Mascota, Pailania, Peñas Blancas, San Miguel, Sonsón y el Valle se calculó el ciclo anual.



- Figura 7. Ciclo anual.
- Fuente: Elaboración propia.



M. Moreno, estudiante de la maestría en recursos hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

4 Conclusiones

El uso de información satelital puede convertirse en una alternativa viable, para aportar variabilidad espacial a bases de datos limitados.

Se presentó un buen comportamiento en torno a la hipótesis de que la información de precipitación y el NDVI tomada satelitalmente, la cual muestra bien la variabilidad espacial de la precipitación y el NDVI.

También se observa cambios a lo largo del tiempo de cobertura vegetal mostrando, evidencia cambios negativos y pasivos en algunas zonas de la región de los Andes colombianos.

No se puede concluir nada sobre la relación caudal, índice de vegetación debido a la falta de datos en algunas estaciones el IDEAM.

5 Referencias

- [1] Arias, P. A., Garreaud, R., Poveda, G., Espinoza, J. C., Molina-Carpio, J., Masiokas, M., Viale, M., Scaff, L., & van Oevelen, P. J. (2021). Hydroclimate of the Andes Part II: Hydroclimate Variability and Sub-Continental Patterns. *Frontiers in Earth Science*. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.505467>
- [2] Buytaert, W., Crespo, P. J., Espinoza, J. C., Garreaud, R., Poveda, G., Arias, P. A., Molina-Carpio, J., Masiokas, M., Viale, M., & Scaff, L. (2020). Hydroclimate of the Andes Part I: Main Climatic Features. *Frontiers in Earth Science*. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00064>
- [3] Lima, C. A. S., Heck, H. A. D., Almeida, A. K., Marques, L. da S., de Souza, R. S., & de Almeida, I. K. (2022). Multicriteria analysis for identification of flood control mechanisms: Application to extreme events in cities of different Brazilian regions. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 71, 102769. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2021.102769>