

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

**EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA Y
DINÁMICA DE LA COBERTURA VEGETAL
EN LA MICROCUENCA DEL RÍO GUINEAL,
ECUADOR**

**MORPHOMETRIC AND DYNAMIC EVALUATION
OF VEGETATION COVER IN THE GUINEAL RIVER
MICRO-BASIN, ECUADOR**

Jahir Anibal Ponce Muñiz
Investigador Independiente

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16561

Evaluación Morfométrica y Dinámica de la Cobertura Vegetal en la Microcuenca del Río Guineal, Ecuador

Jahir Anibal Ponce Muñiz¹

jahir.ponce99@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2595-667X>

Investigador Independiente

RESUMEN

Las características morfométricas y la dinámica de la cobertura vegetal son fundamentales en la gestión sostenible de los recursos hídricos y ecológicos. Con el objetivo de evaluar las características morfométricas y la dinámica de la cobertura vegetal de la microcuenca del río Guineal, se emplearon herramientas geoespaciales y modelos de elevación digital para calcular parámetros como área, perímetro, longitud axial y pendiente del cauce principal. La curva hipsométrica, ligeramente convexa, sugiere una fase de madurez con relieve moderado a pronunciado y un régimen hidrológico estable. La morfología ovalada y muy alargada, reflejada en el coeficiente de compacidad y el factor de forma, prolonga el tiempo de concentración, lo que reduce el riesgo de inundaciones y favorece una redistribución del caudal. El análisis de la vegetación, realizado mediante índices espectrales, mostró una recuperación del 81,8 % en 2024, en comparación con la degradación observada en 2000 debido a actividades agrícolas. En las zonas alta y media predominó una vegetación densa, mientras que las áreas bajas se registró vegetación moderada, influenciada por la urbanización. Esto evidencia la interacción entre factores naturales y humanos, destacando la necesidad de estrategias de conservación del suelo y gestión hídrica ante futuros desafíos ambientales.

Palabras clave: cobertura vegetal, morfometría, microcuenca, índice de vegetación

¹ Autor principal

Correspondencia: jahir.ponce99@gmail.com

Morphometric and Dynamic Evaluation of Vegetation Cover in the Guineal River Micro-Basin, Ecuador

ABSTRACT

Morphometric characteristics and the dynamics of vegetation cover are essential for the sustainable management of water and ecological resources. With the aim of evaluating the morphometric characteristics and vegetation cover dynamics of the Guineal River microcatchment, geospatial tools and digital elevation models were used to calculate parameters such as area, perimeter, axial length, and slope of the main channel. The slightly convex hypsometric curve suggests a phase of maturity with moderate to steep relief and a stable hydrological regime. The oval and elongated morphology, reflected in the compactness coefficient and form factor, prolongs the concentration time, which reduces the risk of flooding and favors a redistribution of flow. Vegetation analysis, conducted using spectral indices, showed an 81.8% recovery in 2024, compared to the degradation observed in 2000 due to agricultural activities. Dense vegetation predominated in the upper and middle zones, while moderate vegetation was recorded in the lower areas, influenced by urbanization. This highlights the interaction between natural and human factors, emphasizing the need for soil conservation strategies and water management in the face of future environmental challenges.

Keywords: vegetation cover, morphometry, microbasin, vegetation index

*Artículo recibido 24 enero 2025
Aceptado para publicación: 27 febrero 2025*



INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas desempeñan un papel fundamental en la provisión de servicios ambientales esenciales para el bienestar de la población, como el suministro de agua y la regulación del clima. Su configuración morfológica influye directamente en la dinámica de los caudales que la atraviesan. En la actualidad, se emplean herramientas de caracterización geoespacial que facilitan el análisis y modelado de su estructura, permitiendo identificar las limitaciones de sus recursos, su comportamiento hidrológico y sus condiciones socioeconómicas, esta información resulta clave para la toma de decisiones orientadas a su conservación y gestión sostenible (Moreira *et al.*, 2020).

El análisis morfométrico de una cuenca es de gran importancia para comprender el comportamiento morfodinámico e hidrológico, junto con sus diferentes parámetros permiten medir y analizar cuantitativamente la forma, estructura y extensión de las cuencas, y conocer mejor su historia evolutiva (Esper *et al.*, 2016).

El análisis del estado de la vegetación en una microcuenca proporciona información valiosa sobre la salud del ecosistema y la rapidez con la que ocurren los cambios en su entorno (Zamora *et al.*, 2020).

Los cambios en las cuencas hidrográficas o depende únicamente del clima y topografía, sino de la cobertura vegetal nativa o cultivada que contribuye a disminuir la pérdida del suelo, contenido de humedad, promueve la infiltración y da mayor estabilidad al suelo debido a cantidad de biomasa subterránea que presentan (Guzmán-Guaraca *et al.*, 2023).

En este sentido, García *et al.* (2023), mencionan que el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) junto el uso de las imágenes satelitales en sus diversas investigaciones, han demostrado la efectividad para detectar los cambios de la vegetación en series temporales de tiempo, dichos estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y usos del suelo se encuentran en el centro de la atención de la investigación ambiental actual.

Por la tanto la presente investigación presenta una descripción detallada de la evaluación de microcuenca del río Guineal de sus parámetros morfométricos y su estado de vegetación empleando técnicas de teledetección y el uso de los sistemas de información geográfica, ante la necesidad de comprender la dinámica hidrológica y los cambios en la cobertura vegetal para contribuir a la gestión sostenible de sus recursos y al desarrollo de estrategias de conservación a nivel regional.

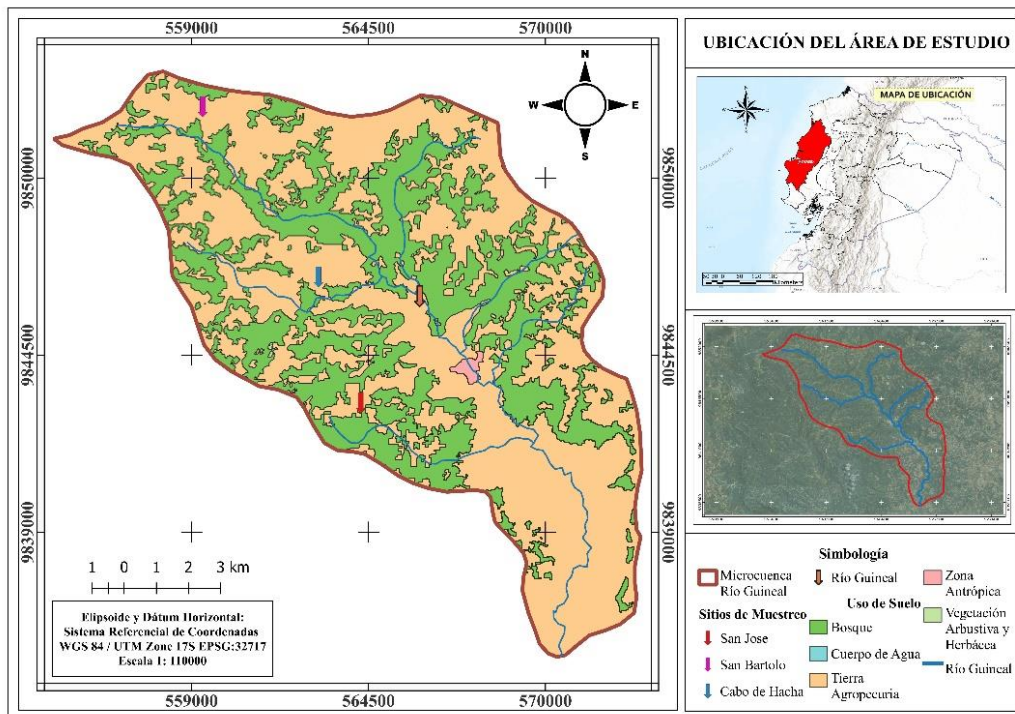


MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

Según la cartografía del Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM) (2018), la zona de estudio se define como una microcuenca. De acuerdo con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia de Noboa (2019), tiene su origen en la estribación de la cordillera del Pucón, con altitudes que no superan los 800 msnm. Estas condiciones propician la formación de niebla durante la mayor parte del año y la presencia de precipitaciones ligeras tipo garúa, se extiende dentro de los cantones 24 de Mayo y Jipijapa. En la Figura 1 se representa su distribución geográfica.

Figura 1. Georreferenciación del área de estudio



De acuerdo con la información proporcionada por Climate-Data.org (2024), la microcuenca del río Guineal exhibe un patrón climático de tipo tropical, caracterizado por la presencia de dos períodos estacionales claramente diferenciados: una fase seca y otra húmeda. Según el sistema de clasificación climática de Köppen-Geiger, esta región se clasifica dentro de la categoría Aw, asociada comúnmente con zonas de sabana. La temperatura media anual se sitúa en 23,6 °C, acompañada de una precipitación media anual de 1.333,00 mm.

Métodos

El área de estudio correspondiente a la microcuenca del río Guineal abarca una superficie total de 15.741,98 hectáreas. Esta extensión se distribuye en diferentes categorías de uso de suelo, las cuales incluyen áreas destinadas a actividades agropecuarias, zonas de bosque, espacios antrópicos, cuerpos de agua, así como sectores cubiertos por vegetación de tipo arbustivo y herbáceo. La distribución detallada de estas categorías se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de las categorías de uso de suelo en la microcuenca del río Guineal

Usos de suelo	Área (ha)
Cuerpo de Agua	0,45
Vegetación Arbustiva y Herbácea	4,78
Zona Antrópica	48,72
Bosque	5.847,59
Mosaico Agropecuario	9.840,44

Nota. ha = hectáreas.

Evaluación morfométrica de la microcuenca del río Guineal

Para la determinación de los índices morfométricos se utilizaron las herramientas de hydrology del software ArcGis Pro donde se calcularon los parámetros que definen la forma, relieve y red hidrográfica de una cuenca y que de acuerdo con Campos (1992), Llamas (1993), Chow *et al.* (1994), Cruz (2015), Borja-Bernal *et al.* (2015), Intriago *et al.* (2021), Macas *et al.* (2023) y Guerrero *et al.* (2024), permitieron determinar los parámetros físicos como área (km²), perímetro (km) y longitud axial (km), de acuerdo a la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros físicos de la microcuenca

Parámetros Físicos	Formula	Unidad
Área	Medición directa del Software	km ²
Perímetro	Medición directa del Software	km
Longitud Axial	Medición directa del Software	km
Ancho de la cuenca	$Ap = \frac{A}{L}$	km

Nota: km² = kilómetros cuadrados, km = kilómetros, A=Área (Km²), L=Longitud axial (Km).

Adaptado de: Guerrero Chuez, N. M., Díaz Ponce, M. A., Herrera-Feijoo, R. J., y Nieto Cañarte, C. A. (2024). Caracterización hidrológica de la microcuenca del río Quevedo, Ecuador. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(3), 624–645. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/335>



De la misma manera, los parámetros de forma utilizados (Tabla 3) como coeficiente o índice de compacidad o Gravelius (K_c) (u/m), factor de forma de Horton y coeficiente de circularidad de Miller.

Tabla 3. Parámetros de forma

Parámetros Físicos	Formula	Unidad
Coeficiente o índice de compacidad o Gravelius (K_c)	$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$	-
Factor de forma de Horton (R_f)	$R_f = \frac{A}{L^2}$	-
Coeficiente de circularidad de Miller (C_c)	$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$	km

Nota: P= Perímetro, A= Área, L=Longitud axial, P= Perímetro

Los datos obtenidos de acuerdo al índice de compacidad (K_c) correspondientes a la forma de la microcuenca dependiendo del rango se observan en la tabla 4 y los valores interpretativos de acuerdo con el factor de forma (R_f), se muestran en la tabla 5 respectivamente.

Tabla 4. Características de la cuenca de acuerdo con el índice de compacidad

Rango	Forma
1.00 a 1.25	Redonda
1.25 a 1.50	Ovalada
1.50 a 175	Oblonga
>1.75	Casi rectangular

Adaptado de: Macas Cobeña, M., Bonilla Zambrano, M., Carriel Reyes, W., Parrales Carriel, J., Riofrio Arrobo, J. y Zambrano Flores, N. (2023). Caracterización hidrológica de la microcuenca del estero Hondo, cantón La Maná, Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 16(2), 35–48. <https://doi.org/10.18779/cyt.v16i2.634>

Tabla 5. Valores interpretativos del factor forma

Factor de forma (valores aproximados)	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Adaptado de: Chow, V. T. et al. (1994). *Hidrología aplicada*. Colombia: McGraw-Hill. pp.584.



El uso de los Modelos de Elevación Digital (DEM) obtenidos del servicio EOS Data Analytics (2024) permitieron obtener información de parámetros de relieve como la curva hipsométrica (%), cota máxima y mínima de la cuenca (msnm), altitud media de la cuenca y del río principal (msnm), pendiente del cauce principal (%) según la tabla 6.

Tabla 6. Parámetros de relieve de la microcuenca

Parámetros Físicos	Formula	Unidad
Cota máxima de la Cuenca	Cmaxc	msnm
Cota mínima de la Cuenca	Cmincp	msnm
Altitud media del río (H)	$H = \frac{Cmaxc - Cmincp}{2}$	msnm
Pendiente media del río principal (Sm)	$Sm = \frac{(HMax - Hmin)}{1000 \times L}$	%

Nota: msnm = metros sobre el nivel del mar, % = porcentaje, Cmaxc = cota máxima, Cmincp = cota mínima, L = longitud axial.

Análisis de la cobertura vegetal empleando el índice de vegetación de diferencia normalizada en la microcuenca del río Guineal

Para analizar la cobertura vegetal se utilizaron atributos derivados de modelos espaciales e índices espectrales, siguiendo la metodología establecida por Guzmán-Guaraca *et al.* (2023):

En el portal Land Viewer del servicio EOS Data Analytics (2024) se empleó la herramienta Landsat-7 ETM por contener imágenes multiespectrales de abril del año 2000 con una precipitación de 212,30 mm y respecto a febrero del año 2024 con 242,2 mm, estas se encontraron en la opción Landsat-8 OLI. En ambos casos se consideraron imágenes con una nubosidad menor al 10 %.

Las imágenes fueron corregidas, pre procesadas para la obtención del NDVI de la microcuenca del río Guineal, siguiendo los criterios de López-Pérez *et al.* (2015); Corrales y Ochoa (2016); Pacheco *et al.* (2020); Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2022); Jaramillo-Véliz *et al.* (2021) y García *et al.* (2023), se usaron herramientas de algebra de mapas, disponibles en el software ArGis Pro, y los cálculos se realizaron empleando la Ecuación 1 para determinar el NDVI en el año 2000 y 2024.

$$NDVI = \frac{R - NIR}{R + NIR}$$

Donde:

R = banda roja del espectro electromagnético.

NIR = banda infrarrojo cercano



Para la interpretación de los valores de NDVI en los años de estudio, se utilizó los valores de referencia (Tabla 7) propuestos por Pinta-Escobar *et al.* (2021).

Tabla 7. Clasificación de la cobertura vegetal en función del índice normalizado de diferencia de vegetación (NDVI)

Clase de Cobertura Vegetal	Rango NDVI
Clases no vegetales (CN)	< 0,01
Suelo sin vegetación (SV)	0,01 – 0,1
Vegetación dispersa (VD)	0,1 – 0,2
Vegetación media (VM)	0,2 – 0,4
Vegetación densa (V)	> 0,4

Adaptado de: Pinta-Escobar, M. F., Velasteguí-Cáceres, J. D., Noboa-Silva, V. F. y Lara-Vásconez, N. J. (2021). Polo del Conocimiento, 6(12), 434-449. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3376>

RESULTADOS

Evaluación morfométrica de la microcuenca del río Guineal

En la tabla 8 se presentan los parámetros morfométricos de la microcuenca del río Guineal, a partir del pre procesamiento de los modelos de elevación digital.

Tabla 8. Parámetros morfométricos de la microcuenca del río Guineal

Parámetros	Unidad de Medida	Cuenca Hidrográfica
Área de la cuenca	Km ²	157,42
Perímetro de la cuenca	Km	60,60
Longitud de la cuenca	Km	28,40
Ancho promedio de la cuenca	Km	5,54
Coficiente de compacidad o Gravelius (Kc)	-	1,36
Factor de forma	-	0,19
Radio de Circularidad	Km	0,54
Cota Máxima (Cmaxc)	Msnm	693
Cota Mínima (Cmincp)	Msnm	110
Pendiente Media del Río Principal	-	20,53
Altura Media del Río Principal	Msnm	291,5

Nota: km²= kilómetros cuadrados, km= kilómetros, msnm= metros sobre el nivel del mar.

La microcuenca del río Guineal, como se muestra en la tabla 8, ofrecen una visión integral de su comportamiento hidrológico. Según su extensión, se clasifica como una de tamaño mediano, lo que influye en la cantidad de agua generada y en la dinámica del flujo.



La longitud del cauce principal sugiere un sistema fluvial de desarrollo intermedio, lo que afecta el tiempo de concentración y la velocidad con la que el agua es drenada a lo largo del sistema. Estas características combinadas indican un régimen hidrológico moderado, con posibles variaciones en la distribución del caudal dependiendo de la intensidad de la precipitación.

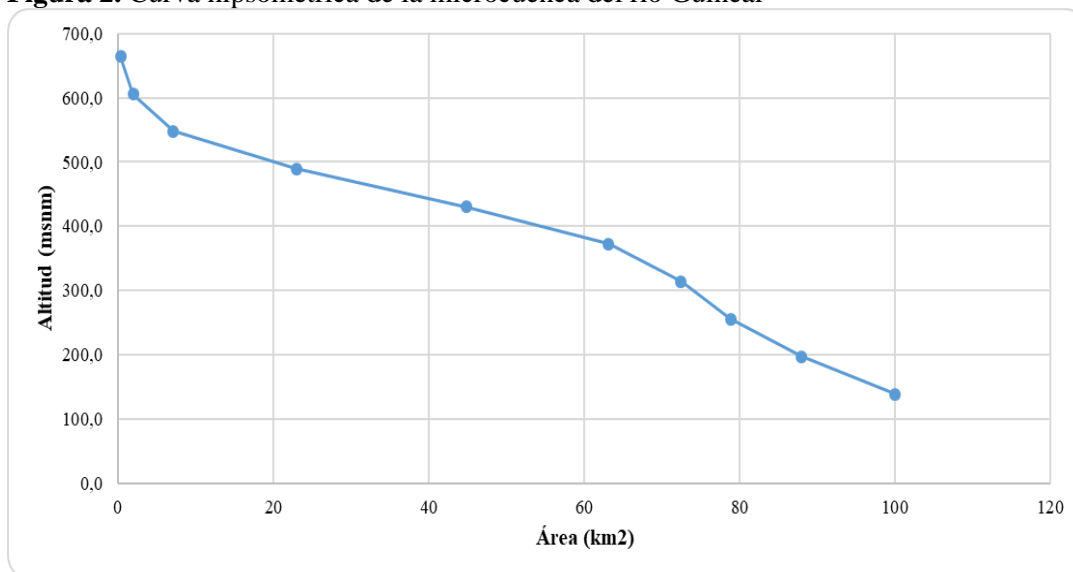
El coeficiente de compacidad de Gravelius revela que la cuenca posee una forma oval redonda, lo que implica que el agua de escorrentía debe recorrer mayores distancias antes de alcanzar el cauce principal. Esta morfología prolonga el tiempo de concentración, favoreciendo una respuesta hidrológica más lenta. En consecuencia, la atenuación del flujo reduce el riesgo de inundaciones súbitas, permitiendo una redistribución progresiva del caudal.

El factor de forma y el radio de circularidad (tabla 2) sugiere una morfología muy alargada, lo que repercute en la dinámica del escurrimiento superficial. Esta condición promueve una dispersión del flujo a lo largo de trayectorias más extensas, retrasando la convergencia del agua hacia el cauce principal. Además, la pendiente del río principal es relativamente pronunciada, lo que sugiere una dinámica fluvial caracterizada por procesos erosivos en las zonas de mayor gradiente y posibles acumulaciones de sedimentos en áreas de menor inclinación.

Curva Hipsométrica

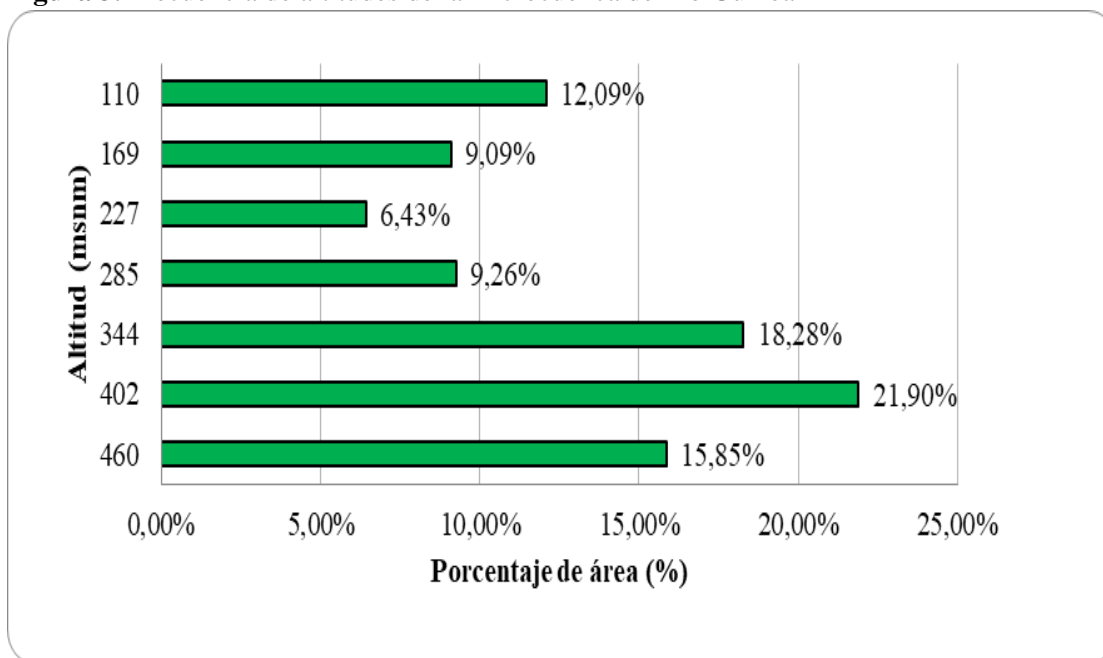
En la figura 2 se muestra la curva hipsométrica y la figura 3 la frecuencia de altitudes de la microcuenca del río Guineal.

Figura 2. Curva hipsométrica de la microcuenca del río Guineal



Como se observa en la figura 2, la interpretación de la curva hipsométrica sugiere que está en fase de madurez por su forma ligeramente convexa, con una mayor proporción del área concentrada en zonas de elevación media y alta (Figura 3), lo que sugiere un relieve moderado a pronunciado, lo que influye en la dinámica hidrológica. Esto indica una distribución uniforme de la elevación en relación con el área acumulada, sugiriendo un relieve moderado y una topografía suavizada. En esta etapa, la microcuenca presenta un régimen hidrológico estable.

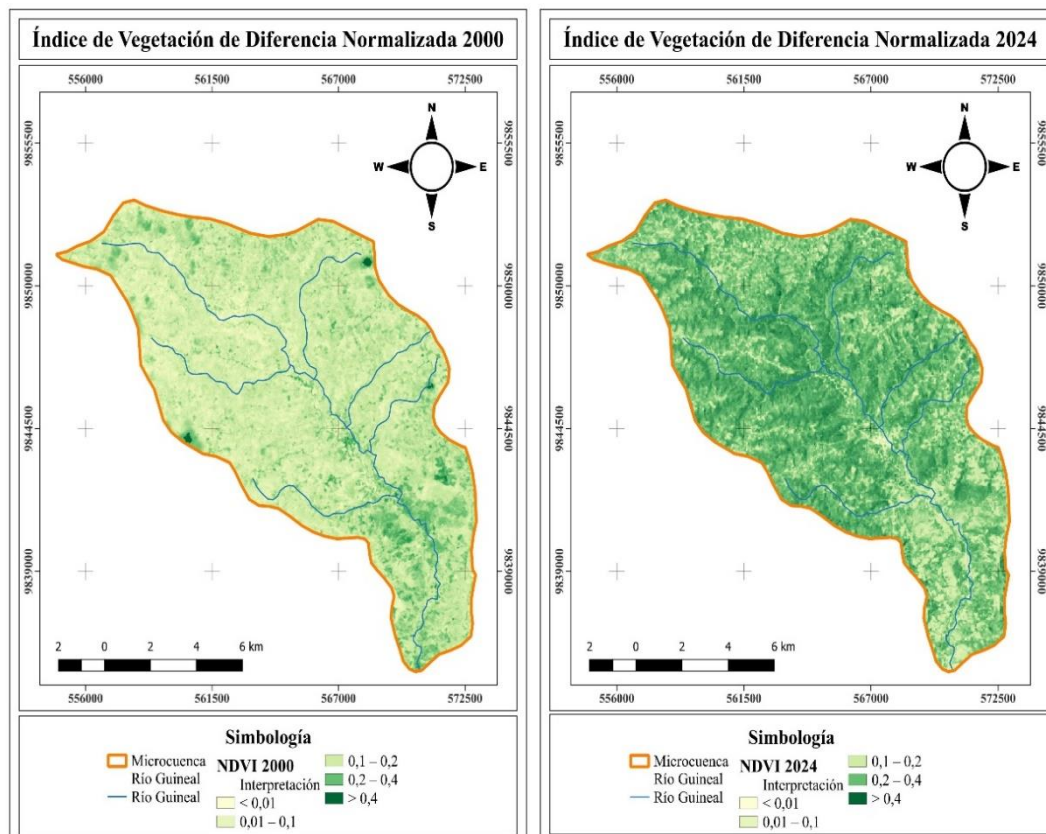
Figura 3. Frecuencia de altitudes de la microcuenca del río Guineal



Análisis de la cobertura vegetal empleando el índice de vegetación de diferencia normalizada en la microcuenca del río Guineal

El análisis de la cobertura vegetal mediante la aplicación del índice espectral en imágenes Landsat para verificar la presencia de vegetación y otras cubiertas dentro de la microcuenca del río Guineal se muestra en la figura 4.

Figura 4. Índice de vegetación de diferencia normalizada de los años 2000 y 2024



Como se observa en la figura 4, respecto al estado de la vegetación, los valores históricos de la zona de estudio en el año 2000, presentaron suelos sin vegetación (SV) en gran parte de la microcuenca, además que en ciertas zonas presenta una vegetación dispersa (VD) esto sucede principalmente por la agricultura, labranza del suelo, la siembra y la cosecha de cultivos, que influyen en la densidad de la vegetación.

Por otra parte, en el año 2024 se observó una recuperación de la cobertura vegetal del 81,8 % en la zona de estudio, donde la parte alta y media de la microcuenca presenta una vegetación densa (V), mientras que se observan valores correspondientes a una vegetación mediana (VM) en la parte baja debido a la presencia de zonas pobladas correspondiente a las parroquias rurales.

DISCUSIÓN

La microcuenca del río Guineal, de tamaño mediano y cauce principal extenso, presenta una dinámica fluvial influenciada por su morfología de acuerdo a su coeficiente de compacidad (K_c) con una forma ovalada, que prolonga el recorrido de la escorrentía.

Esta configuración genera una respuesta más lenta del flujo, reduciendo el riesgo de inundaciones repentinas, corroborando con los estudios de Macas *et al.* (2023), donde destacan que la microcuenca estero hondo presenta la misma forma ovalada según el coeficiente, pero difieren de lo reportado por Guerrero *et al.* (2024) en la microcuenca del río Quevedo por su forma oblonga a rectangular.

La morfología muy alargada, evidenciada por el factor de forma y el radio de circularidad, favorece la dispersión del escurrimiento hacia el cauce principal, a su vez la pendiente pronunciada del río promueve erosión en zonas de mayor gradiente y acumulación de sedimentos en áreas de menor inclinación, estos hallazgos coinciden con Borja-Bernal *et al.* (2015) y Macas *et al.* (2023) al presentar las microcuencas río Quevedo y Estero Hondo con una forma muy alargada.

La curva hipsométrica, con su forma ligeramente convexa, indica una fase de madurez, donde predominan zonas de elevación media y alta, reflejando un relieve moderado a pronunciado. Esta distribución uniforme sugiere una topografía suavizada y un régimen hidrológico estable, los resultados obtenidos difieren del estudio realizado por Guerrero *et al.* (2024) donde indican que la microcuenca del río Quevedo muestra una tendencia a cuenca sedimentaria, en proceso de vejez con bajo potencial erosivo.

Los valores del NDVI indican que la precipitación, mejora el estado de la cobertura vegetal y promueve el crecimiento de especies potenciales para la recuperación hídrica en una microcuenca en concordancia con el INEGI (2022) y la importancia de estudiar la cuenca según los argumentos de Chavez y Castillo (2021) y lo expuesto por Jaramillo-Véliz *et al.* (2021) al referirse al incremento de vegetación sana y vegetación arbustiva muy variable.

Los estudios de Pinta-Escobar *et al.* (2021), acerca de la cobertura vegetal en las subcuencas muestra dispersión con áreas vulnerables a la erosión debido a intervenciones humanas y al cambio climático.

CONCLUSIONES

La dinámica hidrológica de la microcuenca del río Guineal está determinada por su morfología y evolución geomorfológica. Al ser una cuenca en fase de madurez junto con su forma alargada y tiempo de concentración favorecen una regulación progresiva del caudal, lo que contribuye a mitigar los impactos en el flujo.



La estabilidad evidenciada en la curva hipsométrica sugiere un balance entre procesos erosivos y sedimentación, mientras que los cambios en la cobertura vegetal muestran la interacción entre factores antrópicos y naturales, donde la reciente recuperación de la vegetación demuestra la capacidad del ecosistema para regenerarse, resaltando la urgencia de estrategias de gestión integradas que promuevan la sostenibilidad hidrológica y la conservación del suelo ante posibles desafíos ambientales futuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borja-Bernal, C., Salcedo-Maridueña, G., Cedeño-Bermeo, J. y Montalvo, C. (2015). La Evaluación hidrogeológica de la cuenca hidrográfica Las Abras, provincia de Chimborazo, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales Y Ambientales*, 9(2), 8.

<https://doi.org/10.53591/cna.v9i2.240>

Campos, A. (1992). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 33-34. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3331>

Chow, V. T. *et al.* (1994). *Hidrología aplicada*. Colombia: McGraw-Hill. pp.584.

Climate-Data.org. (2024). *Clima Noboa: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Noboa*. Climate Data. <https://en.climate-data.org/south-america/ecuador/provincia-de-manabi/noboa-180130>

Corrales Andino, R. E. y Ochoa López, V. L. (2016). Cálculo de reflectancia en imágenes Landsat OLI-8, sobre la región central de Honduras, mediante software libre Sextante. *Revista Ciencias Espaciales*, 9(1), 81-96.

https://www.researchgate.net/publication/313352399_Calculo_de_reflectancia_en_imagenes_Landsat_OLI-8_sobre_la_region_central_de_Honduras_mediante_software_libre_SEXTANTE

Cruz Romero, B., Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Carrillo González, F. M. y Téllez López, J. (2015). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del río Cuale, Jalisco, México. *Revista de Investigación y Ciencia de la Universidad de Aguas Calientes*, 23(64), 26-34.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67441039004>

EOS Data Analytics LandViewer (2024). *Portal LandViewer EOS*.

<https://eos.com/es/products/landviewer/>



- Esper Angillieri, M. Y., Espejo, K., Lara, G., Perucca, L. y Rothis, M. (2016). Morfometría de cuencas como base en la evaluación de la susceptibilidad/peligrosidad por aluviones, caso de estudio: cuenca del río Del Agua, San Juan, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 73(4), 513-519. <https://www.scielo.org.ar/pdf/raga/v73n4/v73n4a05.pdf>
- García Ortega, Y., Vladez Rivera, D. y Mancero Castillo, D. (2023). Dinámica de la frontera agrícola del sistema de cuencas hidrográficas del zapotal mediante herramientas de teledetección. *Revista Ciencia y Tecnología*, 16(1), 12-23. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/637/781>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Noboa (GAD). (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Noboa (PDOT)*. <http://gadnobia.gob.ec/pdot/1/>
- Guerrero Chuez, N. M., Díaz Ponce, M. A., Herrera-Feijoo, R. J. y Nieto Cañarte, C. A. (2024). Caracterización hidrológica de la microcuenca del río Quevedo, Ecuador. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(3), 624–645. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/335>
- Guzmán-Guaraca, A. C., Córdova-Llinquin, J. D., Morales-León, V. B. y Peña-Murillo, R. F. (2023). Caracterización de la cobertura vegetal y su provisión de servicios ecosistémicos mediante teledetección en una cuenca hidrográfica. *Revista Dominio de las Ciencias*, 9(3), 1657-1674. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3365>
- Instituto Geografico Militar del Ecuador (IGM). (2018). *Geoportal, información cartográfica*. Ecuador, Instituto Geografico Militar del Ecuador. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2022). *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI Landsat, 1984-2021*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463908272.pdf
- Intriago Zambrano, P. E., Rodríguez Bravo, M. E., Caicedo Toro, M. D., Espinales Cedeño, F. R. y Cabrera Estupiñán, E. (2021). Estudio hidromorfológico de la cuenca efímera Maconta con relación al riesgo de inundaciones repentinas. *Revista Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(Especial), 1-21. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2597>



- Jaramillo-Véliz, J. J., Quimis-Gómez, A. J. y Gómez-Bailón, S. P. (2021). Análisis del cambio espacio-temporal en la cobertura vegetal del cerro de hojas Jaboncillo durante el periodo 2015-2020. *Polo del Conocimiento*, 6(4), 632-652.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2591/5418>
- Llamas, J. (1993). *Hidrología General, Principios y Aplicaciones*. Bilbao, España: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. pp. 635.
- López-Pérez, A., Martínez-Menes, M. y Fernández-Reynoso, D. (2015). Priorización de áreas de intervención mediante análisis morfométrico e índice de vegetación. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 6(1), 121-137. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v6n1/v6n1a7.pdf>
- Macas Cobeña, M., Bonilla Zambrano, M., Carriel Reyes, W., Parrales Carriel, J., Riofrio Arrobo, J. y Zambrano Flores, N. (2023). Caracterización hidrológica de la microcuenca del estero Hondo, cantón La Maná, Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 16(2), 35–48.
<https://doi.org/10.18779/cyt.v16i2.634>
- Moreira, A., Mirandola, P., Pinto, A., Salinas, E., y de Oliveira, I. (2020). Integrated management of river basins: Possibilities and advances in the analysis of land use and land cover. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69–85.
<https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Pacheco Gil, H. A., Zamora-Ledezma, E. y Jarre Castro, E. J. (2020). Variaciones de la cobertura vegetal empleando el índice normalizado de diferencia de vegetación para monitorear ODS en Manabí – Ecuador. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 43(2), 12-18. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/33610/35414>
- Pinta-Escobar, M. F., Velasteguí-Cáceres, J. D., Noboa-Silva, V. F. y Lara-Vásconez, N. J. (2021). *Polo del Conocimiento*, 6(12), 434-449.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3376>
- Zamora Elizalde, M. C., Buendía Espinoza, J. C., Martínez Hernández, P. A., & García Nuñez, R. M. (2020). Diagnóstico del uso del suelo y vegetación en la microcuenca Tula, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(1), 57-68. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.2213>

