

Características geomorfológicas de la cuenca del río Manta

Geomorphological characteristics of the Manta river basin

 <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v9.n3.2025.13-27>

Recibido: 10-02-2025

Aceptado: 11-06-2025

Publicado: 25-09-2025

Félix Maximiliano Chipre Plúa^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0003-4349-148X>

José Carlos Rodríguez López⁴

 <https://orcid.org/0000-0001-7599-5493>

Jandry Joel Pérez Lozano²

 <https://orcid.org/0000-0002-4888-9967>

Luis Fernando Lucio Villacreses⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-3757-7183>

Andreina Jamilet Pin Bone³

 <https://orcid.org/0000-0001-8377-0454>

1. Estudiante de noveno nivel de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.
2. Estudiante de noveno nivel de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.
3. Estudiante de noveno nivel de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.
4. Estudiante de noveno nivel de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.
5. Docente contratado en la carrera de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 9

Número: 3

Año: 2025

Paginación: 13-27

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/866>

***Correspondencia autor:** ferlucio@outlook.com

RESUMEN

La cuenca del río Manta ha experimentado una pérdida significativa de cobertura vegetal debido a la expansión agrícola, la urbanización y otras actividades humanas. Esta transformación ha afectado la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, como la regulación del ciclo hídrico y la conservación del suelo. La cuenca abarca 357,84 km², con un 70.60% de cobertura vegetal natural, mientras que el resto corresponde a tierras de uso antrópico, agrícola, pecuario y otras áreas improductivas. Los parámetros morfométricos revelan una cuenca mediana con una forma oval-oblonga, lo que sugiere un flujo hidrológico lento. El índice de compactidad y el factor de forma indican una cuenca alargada, con un tiempo de concentración prolongado, lo que disminuye el riesgo de inundaciones inmediatas, aunque favorece la dispersión de los escurrimientos a lo largo de la cuenca. La curva hipsométrica señala que la cuenca está en una fase de madurez, caracterizada por un relieve suavizado y una mayor concentración de área en cotas bajas. Este patrón implica que la erosión ha dominado en las zonas altas, mientras que las zonas bajas acumulan sedimentos, lo que incrementa el riesgo de inundaciones y sedimentación en dichas áreas. La interpretación de estos datos resalta la importancia de la planificación adecuada del uso del suelo y la gestión de los recursos hídricos, con especial atención a la protección de las áreas más vulnerables frente a los fenómenos climáticos extremos y la gestión sostenible de las zonas altas como áreas de captación de agua.

Palabras clave: Conservación, Cuenca, Parámetros morfométricos, Uso de suelo.

ABSTRACT

The Manta River basin has experienced significant loss of vegetation cover due to agricultural expansion, urbanization and other human activities. This transformation has affected biodiversity and ecosystem services, such as the regulation of the water cycle and soil conservation. The basin covers 357.84 km², with 70.60% natural vegetation cover, while the rest corresponds to lands for anthropic, agricultural, livestock and other unproductive areas. Morphometric parameters reveal a medium-sized basin with an oval-oblong shape, suggesting a slow hydrological flow. The compactness index and shape factor indicate an elongated basin, with a long concentration time, which reduces the risk of immediate flooding, although it favors the dispersion of runoff throughout the basin. The hypsometric curve indicates that the basin is in a phase of maturity, characterized by a softened relief and a greater concentration of area at low levels. This pattern implies that erosion has dominated in the high areas, while the low areas accumulate sediment, which increases the risk of flooding and sedimentation in these areas. The interpretation of this data highlights the importance of adequate land use planning and water resources management, with special attention to the protection of the most vulnerable areas against extreme climate phenomena and the sustainable management of high areas such as water catchment areas.

Palabras clave: Conservation, Basin, Morphometric parameters, Land use.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

Para Chávez (1996) la geomorfología es una herramienta útil en la gestión de las cuencas hídricas y requiere de la planeación y de un manejo del uso del suelo para evitar el deterioro de las condiciones ambientales así como el mal uso de los recursos. Sin embargo, Mendoza et al. (2002) señalan que la expansión de la agricultura, la urbanización y la contaminación, tienen una profunda influencia en los procesos hidrológicos. Estas alteraciones disminuyen la biodiversidad, fragmentan el bosque y generan erosión de los suelos e inestabilidad de taludes (Thompson et al., 2009).

Para Pineda et al. (2009), la agricultura intensiva y la producción agropecuaria, ha sido un factor crucial en la pérdida de cobertura y el cambio de los patrones de uso del suelo, ejerciendo un efecto importante en el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de bienes y servicios ambientales. La pérdida de conectividad hidrológica, modifica el transporte de materia, energía y de organismos dentro o entre los elementos del ciclo hidrológico (Freeman et al., 2007; Peña et al., 2011).

Según Morales et al. (2016) y Nene et al. (2017) las actividades humanas juegan un papel central en la intensificación de estos cambios, solo la ampliación de áreas urbanísticas e infraestructura básica es una causa principal en la deforestación de áreas naturales. Para Magrovejo (2017) se requiere desarrollar políticas públicas que equilibren la conservación ambiental con el crecimiento económico y contribuyan a los objetivos de desarrollo sostenible: acción por el clima; comunidades y ciudades sostenibles; conservación y protección de los ecosistemas terrestres.

En Ecuador, se evidencian grandes cambios en la composición paisajística debido al incremento de la presión y extracción de los recursos naturales; la conversión de bosques a pastizales, áreas agropecuarias y crecimiento de la urbe (Campos, 2018; Ojeda et al.,

2020). Según Caicedo et al. (2019) la tasa de deforestación del Ecuador es la quinta más alta en Sudamérica y se estima una deforestación entre 80.000 y 350.000 ha/año. En el caso de Manabí, entre los años 1900 y 2008 se destruyeron 150.701 ha de bosques. En el caso del cantón Manta, el crecimiento poblacional acelerado, acompañado de una mayor demanda de recursos naturales, ha resultado en la conversión de amplias áreas de cobertura vegetal en zonas agrícolas y urbanas. Para Montilla et al. (2017) entre 2008 y 2014 la superficie boscosa disminuyó por la deforestación en 6,5%, pasando de 3.047,5 a 2.850,4 ha.

Tomando en cuenta que, en el país la planificación territorial debe procurar la conservación del bosque a fin de cumplir con los derechos de la naturaleza y la protección de los recursos hídricos, descritos en la constitución de 2008, se plantea analizar la geomorfología en la cuenca del río Manta y las consideraciones necesarias, como la restauración de áreas degradadas para recuperar la cobertura vegetal y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y así mitigar el impacto ambiental y garantizar la conservación a largo plazo de los ecosistemas en el área de estudio.

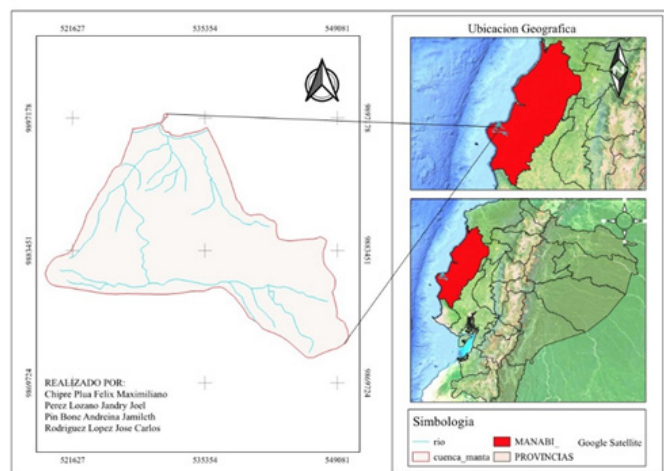
Desarrollo

El cantón Manta, pertenece a la provincia de Manabí, según el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta (GAD) (2011), tiene una superficie de 29.265,96 ha. Según el uso del suelo se divide en tierra con Vegetación Natural con un 70,60%, el 15,44 % de uso antrópico, el 5,27 % de uso agrícola y agropecuario mixto, el 3,96 % pecuario mientras que el restante 4,73 % son tierras improductivas. La ciudad es atravesada por el río Manta, cuyo flujo hídrico es intermitente.

En la Figura 1 se observará la ubicación geográfica del cantón Manta, en las coordenadas 0°57'0" S y 80°43'0" W y la delimitación del área de la cuenca del río Manta (Get a Map Net, 2024).

Figura 1.

Ubicación del área de estudio



Nota: Tomado de Get a Map Net (2024). Río Manta. https://es.getamap.net/mapas/ecuador/manabi/_manta_rio/

Clima

Según los datos de Weather Spark (2024), el clima en la cuenca del río Manta está caracterizado por dos estaciones: una de invierno y otra de verano, y según la clasificación Köppen-Geiger, este clima se categoriza como BWh, correspondiente a una zona desértica. La temperatura media anual es de aproximadamente 28 °C, acompañada de una precipitación media anual de 250 a 300 mm.

Vegetación

La vegetación presente en la microcuenca del río Manta, según la clasificación del Ministerio del Ambiente (2013), se caracteriza principalmente por un bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo, bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, bosque bajo y arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo, bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo y un bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.

La cobertura vegetal natural, áreas protegidas y biodiversidad

Según el reporte del GAD Manta (2011), en octubre del 2008 el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) designó a los bosques productores de agua a los cerros de Pacoche y las tres millas de área marina costera adyacente como una zona de alto valor para la conservación. Esta medida busca preservar un conjunto de ecosistemas marinos, costeros y terrestres que albergan especies de flora y fauna de gran importancia debido a su rareza y estado de amenaza. Además, estos ecosistemas generan servicios ambientales y recursos esenciales para las comunidades locales. Esta iniciativa forma parte de las estrategias del Ministerio para implementar acciones de conservación en ecosistemas frágiles que requieren protección urgente.

Flora

La flora en la cuenca incluye una variedad considerable de especies vegetales. El reporte de la Empresa Publica Aguas Manta (EPAM) (2022), en su plan de manejo ambiental social de la cuenca del río Manta indican que se han identificado más de 900 especies de flora en la región, que abarcan tanto especies nativas como introducidas.

Entre las especies más relevantes se encuentran árboles y plantas que son fundamentales para el ecosistema local. Además, algunas especies están catalogadas como amenazadas, lo que resalta la necesidad de conservación en el área. Las especies más resaltantes son los higuerones (especies de ficus.), el guarumo (*Cecropia litoralis*), la tagua (*Phytelphas equatorialis*), algarrobos (*Prosopis pallida*), ceibos (*Ceiba trischistandra*), guarangos (*Caesalpinia spinosa*), palo santo (*Bursera graveolens*), entre otras especies.

Pendientes

El GAD Manta (2019) destaca que las pendientes son variables y el índice de concentración muestra que algunas zonas presentan una mayor vulnerabilidad a inundaciones debido a su reducido tiempo de concentración. Esto significa que el agua de lluvia puede escurrir rápidamente hacia los cauces, aumentando el riesgo de crecidas en determinadas épocas del año. Asimismo, se identifican formaciones geomorfológicas como meandros y diques aluviales, resultado de la dinámica fluvial del río. Estas estructuras son cruciales para la gestión del agua y la prevención de desastres naturales, ya que influyen directamente en el comportamiento del caudal durante las temporadas de lluvias.

Características geomorfológicas de una cuenca

Las características geomorfológicas e hidrológicas, son clave para comprender su dinámica y funcionamiento. Según Alcívar (2015), la cuenca se distingue por un relieve compuesto por colinas y llanuras, con variaciones significativas en la altitud. Para definir las características geomorfológicas en la cuenca del río Manta, se utilizó QGis versión 3.38 y el complemento *ArcGeek calculator*, que permitieron el procesamiento del modelo de elevación del terreno en el interior de la cuenca. Las ecuaciones implícitas en el cálculo de los parámetros morfométricos son las siguientes:

Ancho de la cuenca

$$Ap = \frac{A}{L} \text{ donde:}$$

A=Área (Km²)

L=Longitud axial (Km)

Coefficiente de compacidad o Gravelius (Kc)

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \text{ donde:}$$

P= Perímetro (Km)

A= Área (Km²)

Factor de forma (Ff)

$$Ff = \frac{A}{L^2} \text{ donde:}$$

A=Área (Km²)

L=Longitud axial (Km)

Radio de circularidad (Rc)

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2} \text{ donde:}$$

A= Área (Km²)

P= Perímetro (Km)

Pendiente media del río principal (Sm)

$$Sm = \frac{(HMax-Hmin)}{1000 \times L} \text{ donde:}$$

HMax= Cota Máxima

Hmin= Cota Mínima

L= Longitud del río

Altura media del río principal (H)

$$H = \frac{HMax-Hmin}{2} \text{ donde:}$$

Hmax= Cota Máxima

Hmin= Cota Mínima

Cambio de uso de suelo y cobertura

La presente investigación se fundamentó en una metodología descriptiva con enfoque cuantitativo, orientada al análisis geoespacial multitemporal de la cabecera cantonal de Jipijapa, Ecuador. Esta se inspira en el estudio de Bonilla y Guaranda (2025), quienes caracterizaron la cobertura del suelo y los servicios ecosistémicos en la microcuenca La Pita y Caña Brava. El procedimiento técnico se desarrolló con el **Software** libre QGIS 3.42.3 mediante la siguiente secuencia:

- Delimitación del área de estudio. Se estableció como unidad espacial la cabecera cantonal de Jipijapa, utilizando una capa base de parroquias del Ecuador. Se aplicó la herramienta clip para restringir el análisis exclusivamente a esta zona.
- Integración y corrección cartográfica. Se incorporaron capas de cobertura terrestre de los años seleccionados. Se ejecutó la herramienta de corrección de geometrías para garantizar la integridad topológica y evitar errores en el cálculo de superficies.
- Homologación de leyendas. Las clases de cobertura fueron estandarizadas en cinco categorías principales:
 - Bosque / Bosque nativo
 - Tierra agropecuaria
 - Vegetación arbustiva y herbácea
 - Área sin cobertura vegetal
 - Zona antrópica o urbana
- Disolución de polígonos. Se aplicó la herramienta **Dissolve** para agrupar polígonos por clase de cobertura, eliminando bordes internos y facilitando la visualización.
- Análisis multitemporal. Se compararon las coberturas entre años mediante estadísticas espaciales de cambio, identi-

ficando zonas de transformación significativa. Este análisis fue complementado con verificación visual satelital y validación de campo.

- Cálculo de superficies. Se determinaron las áreas ocupadas por cada clase de cobertura en hectáreas mediante la herramienta Estadísticas de geometría, permitiendo comparaciones temporales precisas.
- Representación cartográfica. Se aplicó una paleta cromática uniforme para todas las fechas, normalizando las coordenadas al sistema EPSG:32717. Las salidas incluyeron leyendas, escalas y coordenadas.
- Sistematización gráfica. Los datos fueron tabulados en Excel para generar gráficos de tendencia sobre pérdida de bosque e incremento de tierra agropecuaria. Se incluyó la ecuación matemática predictora con su coeficiente de determinación (R^2) como indicador de confiabilidad.

Planificación local

Para Franco Rodríguez y Franco Párraga (2022) las múltiples actividades socioeconómicas en la ciudad de Manta, la migración campo ciudad, provocan el abandono de las zonas rurales y el aumento de la densidad poblacional urbana, que conlleva a un desorden territorial, la pérdida de áreas verdes y la contaminación de las playas y ríos. Según Pico (2020) se deben considerar las características morfológicas de los elementos que conforman el territorio-paisaje de Manta (cursos de agua, pronunciadas topografías, barrancos, plantaciones), para pensar el espacio abierto y sus posibilidades en la regeneración urbana y la calidad espacial del hábitat en los sectores locales.

El Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización en su Art. 54, establece como funciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial,

establecer el régimen de uso del suelo y urbanístico, regular y controlar el uso del espacio público cantonal, regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, en atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres (...). En el Art. 55, establece las siguientes competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales: "a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural (...); b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el Cantón (Oficial, 2021).

La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, en su Art. 2, establece que: "Las disposiciones de esta Ley serán aplicables a todo ejercicio de planificación del desarrollo, ordenamiento territorial, planeamiento y actuación urbanística, obras, instalaciones y actividades que ocupen el territorio o incidan significativamente sobre él, realizadas por el Gobierno Central, los Gobiernos Autónomos Descentralizados y otras personas jurídicas públicas o mixtas en el marco de sus competencias, así como por personas naturales o jurídicas privadas". En el Art. 24, establece que: "La ocupación del suelo es la distribución del volumen edificable en un terreno en consideración de criterios como altura, dimensionamiento y localización de volúmenes, forma de edificación, retiros y otras determinaciones de tipo morfológicos (...)" (LOOGTUS, 2016).

La Ordenanza que aprueba el plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2020-2035; y, el plan de uso y gestión de suelo para el cantón Manta, contempla como principios rectores, la Sustentabilidad para el manejo eficiente y racional del uso, aprovechamiento y gestión del suelo, así como de los recursos naturales. La Sostenibilidad en el impulso de un modelo de desarrollo territorial que

reconozca la conservación y restauración de los recursos naturales, paisajísticos y vitales como el agua y el suelo para el bienestar humano actual y de las futuras generaciones. Y la Integración territorial como reconocimiento de las múltiples características y potencialidades económicas, sociales, territoriales y ambientales urbanas y rurales que coexisten al interior del cantón como en los procesos de conurbación con los cantones vecinos y el conjunto provincial para promover articuladamente la autosuficiencia y potenciar la consolidación de un polo de desarrollo regional (GADManta, 2021).

El plan de desarrollo y ordenamiento territorial expuesto por el gobierno municipal de Manta (2020), considera como objetivo estratégico: proteger y poner en valor los espacios naturales, los paisajes terrestres y marino costeros y el verde urbano del cantón Manta, de manera que se propicie un territorio sostenible y de calidad. Al respecto:

Establece como política: garantizar la conservación y recuperación de las áreas naturales y la planificación sostenible del paisaje, reduciendo la pérdida de biodiversidad y asegurando sus servicios ecosistémicos (p. 19).

Plantea como estrategias: limitar crecimiento urbano y generar instrumentos normativos para regular control y uso de suelo, de manera que permitan preservar y gestionar el paisaje y proteger la cobertura vegetal; informar y sensibilizar a la población para su activa participación en la conservación; declarar como áreas de conservación, de nivel municipal, a los ecosistemas estratégicos de manera de ampliar la superficie protegida en el cantón y mantener el flujo de los servicios ecosistémicos en beneficio de toda la población; desarrollar planes de manejo para la gestión de las áreas de conservación; reforestación y recuperación de la cobertura vegetal natural y restauración de ambientes en proceso de degradación (p. 19).

Metodologia

La metodología empleada en el estudio de la Cuenca del Río Manta es descriptiva con enfoque cuantitativo, centrada en un análisis geoespacial multitemporal y la caracterización física de la cuenca. Se utilizó el software QGis (versiones 3.38 y 3.42.3) para el procesamiento del modelo de elevación del terreno y el cálculo de parámetros morfométricos clave como el Coeficiente de Compacidad y el Factor de Forma. El análisis multitemporal de la cobertura vegetal, comparando los años 1990 y 2022, se realizó homologando leyendas en cinco categorías principales y determinando la variación de áreas en kilómetros cuadrados. Además, se calcularon los índices de aridez (Martonne y Dantin-Revenga) y se analizó la curva hipsométrica para evaluar el estado de madurez de la cuenca.

Tabla 1.

Parámetros morfométricos de la cuenca del río Manta

Parámetros	Unidad	Valor
Área de la cuenca	km ²	357,84
Perímetro de la cuenca	km	96,70
Longitud de la cuenca	km	45,08
Ancho promedio de la cuenca	km	8,06
Coeficiente de compacidad o Gravelius (Kc)	-	1,43
Factor de forma	-	0,18
Radio de Circularidad	km	0,49
Cota Máxima (Hmax)	msnm	614
Cota Mínima (Hmin)	msnm	0
Pendiente Media del Río Principal	-	13,62
Altura Media del Río Principal	msnm	307
Altitud Media de la Cuenca	msnm	253,21

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

El índice de compacidad de Gravelius mostró que la cuenca tiene una forma oval-oblonga lo que significa que es más larga que ancha. Esta forma afecta la distribución del flujo, ya que el agua de lluvia debe reco-

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las características geomorfológicas de la cuenca del río Manta y los cambios en el uso de suelo comparable entre el año 1990 y el año 2022.

Parámetros morfométricos de la cuenca del río Manta

En la tabla 1 se presentan los principales parámetros de la cuenca hidrográfica del río Manta. De acuerdo con su área se clasifica como una cuenca mediana, mientras que la longitud del río principal, señala un curso fluvial de tamaño medio que afecta el tiempo de concentración y el comportamiento del flujo. Estos factores en conjunto indican una cuenca con un régimen hidrológico moderado, pero con desafíos potenciales en la distribución del flujo.

rrer distancias mayores para llegar al cauce principal, lo que genera una respuesta hidrológica más lenta en comparación con cuencas más compactas, además al tener un tiempo de concentración mayor implica

que el agua tarda más en alcanzar el punto de salida, lo que puede mitigar el riesgo de inundaciones inmediatas.

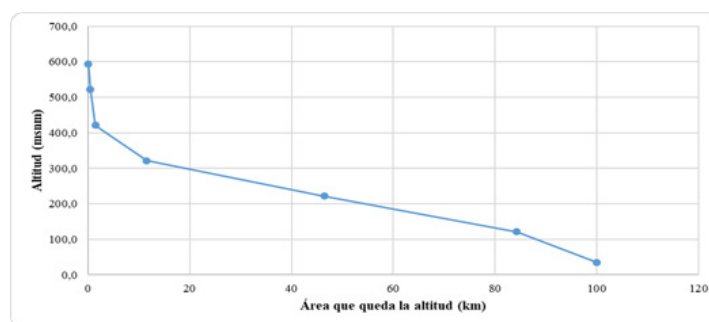
Curva hipsométrica

La curva hipsométrica sugiere que la cuenca está en una fase de madurez. La mayor parte del área se encuentra en cotas más bajas y el relieve está relativamente suavizado. Esto es típico de cuencas en las que los procesos de erosión han dominado durante largos periodos, dejando las zonas

altas con menor área y las zonas bajas con mayor acumulación de sedimentos. Este patrón hipsométrico mostrado en la figura 2, tiene implicaciones importantes para la gestión de recursos hídricos y la planificación del uso del suelo. Las áreas más bajas, que concentran la mayor proporción del área de la cuenca, pueden ser más vulnerables a inundaciones o sedimentación excesiva durante eventos de lluvia intensa, mientras que las zonas más altas pueden actuar como áreas de captación de agua.

Figura 2.

Curva hipsométrica de la cuenca del río Manta

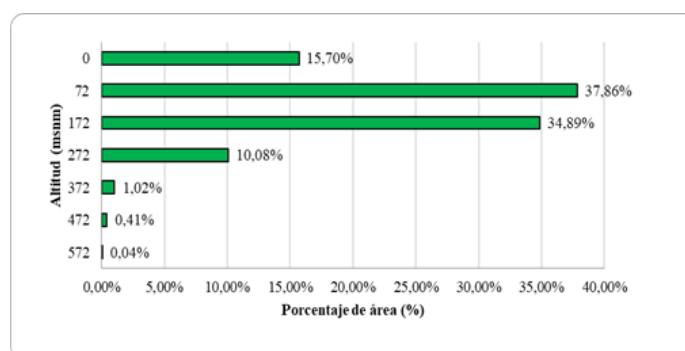


En la figura 3 se muestran las frecuencias altitudinales en la cuenca del río Manta, los rangos predominantes están entre el nivel del mar y la cota 272. La ciudad de Manta y poblaciones aledañas se sitúan entre la cota 0 y 40 msnm, lo que indica que parte de la urbe se sitúa en zonas inundables. El

bosque protector del cerro Montecristi es uno de los puntos más altos en la cuenca, con una altura de 590 msnm, seguidos por parte del bosque protector Colinas circundantes a Portoviejo con una altura de 500 msnm y el bosque protector Sancán y Montecristi con una cota de 278 msnm.

Figura 3.

Frecuencia de altitudes de la cuenca del río Manta



Índice de aridez hídrica

En la tabla 2 se muestra el índice de Martonne que indica que la precipitación no es suficiente para satisfacer las necesidades de evapotranspiración, lo que compromete la disponibilidad de agua en la región clasi-

ficándola como semiárida y un considerable déficit hídrico, que es ratificado como una zona con aridez por el índice de Dantin-Revenga, capaz de generar repercusiones negativas en la agricultura y en la salud de los ecosistemas locales.

Tabla 2.

Índices de aridez hídrica

Índices	Valor	Interpretación
Índice de Martonne	9.72	Semiárida
Índice de Dantin-Revenga	7.29	Árida

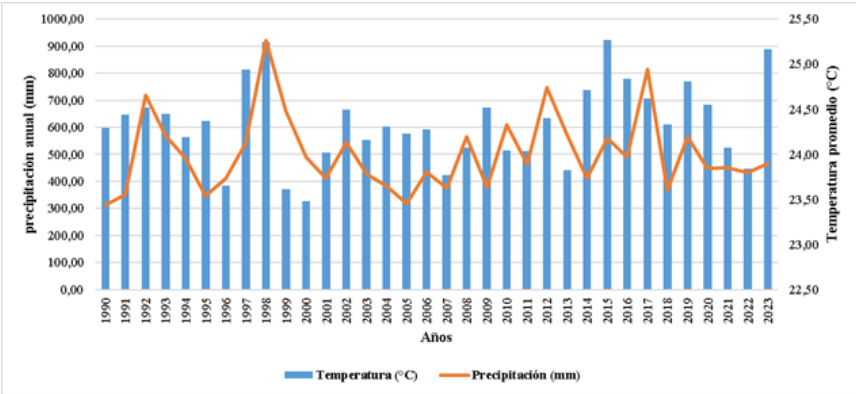
Climograma

En la cuenca del río Manta entre los años 1990 y 2023 se registra una precipitación promedio de 41,76 mm/mes que determinan

un promedio de 501,13 mm/año. En la figura 4 se observará que uno de los valores altos de precipitación, por encima de los 900 mm se dio en el Fenómeno del Niño en el año 1998 con una temperatura mayor a 25 °C.

Figura 4.

Frecuencia de altitudes de la cuenca del río Manta



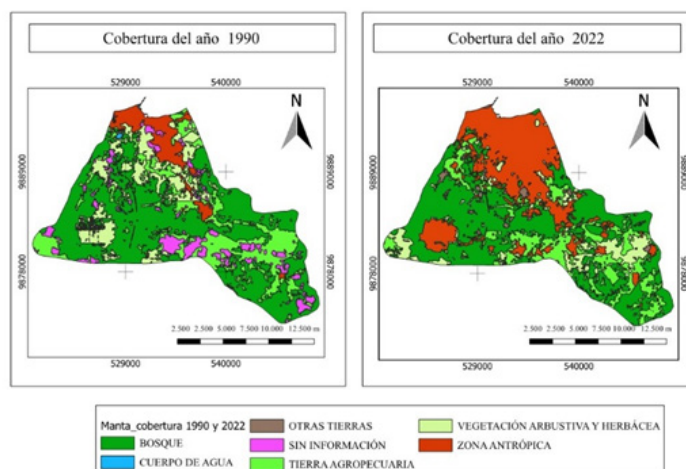
Nota: Google Earth Pro. (2024). Datos climáticos: CRU TS 4.08: Monthly climate data [Half-Degree Gridboxes]. Climate Research Unit, University of East Anglia. Nota: T = temperatura media mensual (°C); PP = precipitación anual (mm).

Análisis de la cobertura vegetal de la cuenca del río Manta en los periodos 1990 – 2022

El análisis de la cobertura vegetal para verificar los usos del suelo y otras cubiertas dentro de la cuenca del río Manta se muestra en la figura 5.

Figura 5.

Mapa de la cobertura vegetal de los años 1990 y 2022



En la tabla 3, se muestra la variación de la cobertura de uso del suelo en la cuenca del río Manta, se observa una marcada reducción en el bosque nativo, la vegetación arbustiva, la tierra agropecuaria y los cuerpos de agua, que han dado paso a la expansión urbana y áreas sin cobertura vegetal. Es-

tos resultados coinciden con el estudio de Mendoza et al. (2021) en la cuenca del río Chone, quienes mencionan que la pérdida de los bosques se debe al aumento de las actividades agropecuarias como cultivos de largo plazo, pastos y la ganadería, así como la expansión urbana.

Tabla 3.

Clasificación del uso de suelos de la cuenca del río Manta de los años 1990 y 2022

Cobertura	Año 1990 (km ²)	Año 2022 (km ²)	Variación
Cuerpo De Agua	0,47	0,04	-0,43
Tierra Agropecuaria	72,29	63,17	-9,12
Bosque Nativo	182,62	156,46	-26,16
Área Poblada	55,43	98,34	42,91
Vegetación Arbustiva	46,70	33,70	-13,00
Área sin Cobertura Vegetal			
Vegetal	0,33	6,13	5,80
Total	357,84	357,84	0,00

Alternativas de manejo para el desarrollo sostenible en cuencas hidrográficas

El enfoque integral implica considerar todos los elementos dentro de una cuenca, incluyendo recursos hídricos, suelos, biodiversidad y actividades humanas. Este enfoque busca regular el funcionamiento del ecosistema, promoviendo la participación comu-

nitaria en la toma de decisiones y garantizando que las acciones sean sostenibles a largo plazo.

Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH):

Este enfoque busca coordinar el uso del agua entre diferentes sectores y niveles administrativos, promoviendo una gestión más efectiva y sostenible. La GIRH

permite abordar problemas complejos como la escasez de agua y la contaminación mediante un enfoque colaborativo que involucra a todos los actores relevantes en la cuenca (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Restauración Ecológica: La restauración de ecosistemas degradados es fundamental para recuperar funciones ecológicas esenciales. Esto incluye acciones como la reforestación y la rehabilitación de humedales, que no solo mejoran la calidad del agua, sino que también aumentan la biodiversidad (We Are Water Foundation, 2023).

Prácticas Agrícolas Sostenibles: La adopción de técnicas agrícolas sostenibles puede reducir significativamente el impacto sobre los recursos hídricos. Esto incluye métodos como el uso eficiente del riego y prácticas agroecológicas que promueven la conservación del suelo y el agua (Ejeta y Rondón, 2024)

Participación Comunitaria: Fomentar un sistema de gobernanza comunitaria es esencial para asegurar que las necesidades locales sean atendidas adecuadamente. La creación de comités comunitarios para gestionar los recursos hídricos puede mejorar la responsabilidad local y promover prácticas sostenibles (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

Monitoreo y Evaluación Continua: Establecer sistemas de monitoreo es vital para evaluar el impacto de las estrategias implementadas en las cuencas. Esto permite realizar ajustes necesarios en las políticas y prácticas basadas en datos concretos sobre el estado del recurso hídrico (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Actividades Antropogénicas y su Impacto

Las actividades humanas en la cuenca han llevado a una degradación considerable de la cobertura vegetal. La urbanización ha transformado áreas naturales en espa-

cios construidos, lo que ha reducido el hábitat disponible para la flora y fauna nativa. Además, prácticas agrícolas no sostenibles han contribuido a la erosión del suelo y a la pérdida de vegetación nativa. El vertido de desechos sólidos y líquidos también ha tenido un efecto devastador. Los residuos domésticos y agropecuarios, junto con las aguas residuales no tratadas, han contaminado los cuerpos de agua y afectado la calidad del agua en la cuenca. Esto ha llevado a una disminución en los niveles de oxígeno disuelto y un aumento en los contaminantes como nitratos y fosfatos, que afectan tanto a la salud humana como al ecosistema acuático (Pinilla, 2023)

El manejo sostenible de cuencas hidrográficas es esencial para garantizar la disponibilidad y calidad del agua, así como para promover el desarrollo agrícola y económico en diversas regiones. A continuación, se presentan algunas alternativas y enfoques para el desarrollo sostenible en cuencas hidrográficas, basados en los resultados de la búsqueda.

Conclusiones

La cuenca del río Manta se encuentra en un estado de madurez, donde la mayoría del área se concentra en cotas bajas. Esto refleja un equilibrio entre la erosión en las zonas altas y la deposición de sedimentos en las partes más bajas, lo cual debe ser considerado en la gestión del agua y el uso sostenible del territorio en la cuenca. Además, es crucial implementar estrategias que prevengan la erosión en las zonas altas y controlen la sedimentación en las zonas bajas, maximizando la resiliencia de la cuenca ante eventos hidrometeorológicos extremos.

Los índices de Martonne y Dantin-Revenga mostraron que es necesaria la urgencia de adoptar medidas de gestión hídricas sostenibles, tales como la implementación de técnicas de conservación del agua y prácticas agrícolas adaptadas a la escasez, para mitigar el impacto de la aridez. En este sentido, es fundamental desarrollar estrategias

integrales que no solo optimicen el uso del agua, sino que también fortalezcan la resiliencia de las comunidades locales y los ecosistemas frente a los efectos adversos del cambio climático.

Las políticas y estrategias propuestas en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Manta, están de acorde a la realidad actual de la cuenca del río Manta, considerando que la pérdida de cobertura vegetal y los cuerpos de agua en la cuenca del río Manta se ha visto afectada por el crecimiento urbanístico y las actividades agropecuarias, además recoge las alternativas de manejo para el desarrollo sostenible en cuencas hidrográficas, que se indicaron en el área de resultados.

Bibliografía

- Alcívar Tenorio, M. (2015). Evolución temporal 2007-2015 de la calidad de agua de la cuenca Alcívar Tenorio, M. (2015). Evolución temporal 2007-2015 de la calidad de agua de la cuenca del río Manta [Tesis de Maestría, Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1475>
- Bonilla, M., & Guaranda, D. (2025). Universidad Estatal del Sur de Manabí [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. In Repositorio Unesum. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7917>
- Caicedo, M., Vallejo, M. C., & Carrasco, F. (2019). Poverty as a determinant of domestic firewood consumption and its effect on the forests of Ecuador. *Bosque*, 40 (2), 205–216. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000200205>
- Campos, C. (2018). Análisis multitemporal de cambio de uso de suelo y cobertura vegetal para el desarrollo de un modelo probabilístico prospectivo en la cuenca del río Capucuy Imbabura [Tesis de Grado, Universidad Internacional SEK]. Repositorio Digital Universidad Internacional SEK. <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3133>
- Chávez, G. (1996). Geomorfología de la cuenca del río tuuana aplicada al análisis de uso del suelo a nivel regional Tesis. 1–83.
- Ejeta, G. y Rondón Saravia, G. (2024). Manejo Sostenible de Cuencas. Instituto Nexus Arequipa. <https://www.purdue.edu/discoverypark/arequipa-nexus/es/watershed-management.php>
- Empresa Publica Aguas Manta (EPAM). (2022). Plan de manejo ambiental y social (PMAS): recuperación del abastecimiento de agua potable en los sectores afectados por el terremoto del 16 abril 2016 - planta de tratamiento de agua potable “Manta” de la ciudad de Manta - provincia de Manabí. https://manta.gob.ec/db/docu/informacion_tecnica/15-Plan%20de%20Manejo%20Ambiental%20y%20Social.pdf
- Franco Rodríguez, C., & Franco Párraga, J. E. (2022). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Manta y su incidencia con la realidad local. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 6(46), 146–156. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss46.2022pp146-156>
- Freeman, M. C., Pringle, C. M. y Jackson, C. R. (2007). Hydrologic Connectivity and the Contribution of Stream Headwaters to Ecological Integrity at Regional Scales. *Journal of the American Water Resources Association*, 43(1), 5-14. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1752-1688.2007.00002.x>
- Get a Map Net. (2024). Río Manta. https://es.geta-map.net/mapas/ecuador/manabi/_manta_rio/
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta (GAD). (2011). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Manta (PDOT) 2014-2019. <https://manta.gob.ec/db/municipio/Planes-programas-proyectos/2020/PDOT-DOCUMENTO-FINAL-BAJAS-2014-2019.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Manta. (2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Manta 2019–2023. GADM Manta.
- GAD Manta. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Manta 2020-2035. https://manta.gob.ec/db/PDOT/pdot-2021/FASE_2_PROPUESTA_1/FASE2_Propuesta_General_PDOT_MANTA_2020.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Manta (GAD). (2021). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Manta (PDOT) 2020-2035. <https://manta.gob.ec/wp-content/uploads/2024/05/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-del-Canton-Manta-2020-2035.pdf>
- Google Earth Pro. (2024). Datos climáticos de precipitación: CRU TS 4.08: Monthly climate data [Half-Degree Gridboxes]. Climate Research Unit, University of East Anglia. https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.08/ge/grid05/cells/S2.5W82.5/pre/S1.25W80.75.pre.txt

- Magrovejo Jaramillo, P. R. (2017). Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/5862>
- Mendoza Loza, H. J., Chavarría Párraga, J. y Giler Ormaza, A. M. (2021). Evaluación de cambios en uso y cobertura de la tierra a escala de cuenca hidrográfica del río Chone. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 8(19), 1-13. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/2602>
- Mendoza, M., Bocco, G., López Granados, E. y Bravo, M. (2002). Implicaciones hidrológicas del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: una propuesta de análisis espacial a nivel regional en la cuenca cerrada del lago de Cuitzeo, Michoacán. *Investigaciones Geograficas* (49). <https://doi.org/10.14350/rig.30448>
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Manual de consejos de una cuenca hidrográfica. MADS. <https://archivo.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/Manual-de-consejeros-de-cuenca.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. https://www.academia.edu/8756195/Sistema_de_bosques_del_ecuador_pdf
- Montilla, A., Reyes, A., & Agüero, E. (2017). Analysis of Deforestation in Forest Ecosystems of the. *Revista de Investigación*, 41, 74–95. <http://ve.scieio.org/pdf/ri/v41n92/art05.pdf>
- Morales, M., Rodríguez, C., & Herrera, J. (2016). Impacto de la expansión urbana en la cobertura vegetal de zonas periurbanas: estudio de caso en América Latina. *Revista de Estudios Ambientales*, 22(1), 55–70.
- Nene, D., Kilonzo, G., & Mwangi, P. (2017). Urban expansion and deforestation: A spatial analysis of land use change in tropical regions. *Land Use Policy*, 63, 387–395.
- Oficial, R. (2021). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). [https://www1.epmmop.gob.ec/epmmop/images/stories/lotaip/2021/Literal_a2/codigo_organico_organizacion_territorial%20COOTAD%20\(21-12-21\).pdf](https://www1.epmmop.gob.ec/epmmop/images/stories/lotaip/2021/Literal_a2/codigo_organico_organizacion_territorial%20COOTAD%20(21-12-21).pdf)
- Ojeda, J., Martínez, L., & Zambrano, R. (2020). Transformaciones del paisaje rural en Ecuador: efectos de la expansión agropecuaria y urbana sobre la cobertura vegetal. *Revista Ecuatoriana de Geografía*, 12(1), 33–48
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). Gobernanza del agua: marco conceptual para la gestión participativa de los recursos hídricos. FAO
- Peña, D., Rodríguez, J., & Álvarez, M. (2011). Conectividad hidrológica y fragmentación de ecosistemas acuáticos: implicaciones para la gestión ambiental. *Revista de Ciencias Ambientales*, 45(2), 123–138
- Pico Alonso, K. (2020). La ciudad que crece entre fragmentos: forma e inserción de las barriadas informales en la ciudad de Manta, Ecuador. *QRU: Quaderns de Recerca En Urbanisme*, 10, 46–63. <https://doi.org/10.5821/qru.10389>
- Pineda, F., Moreno, A., & Suárez, G. (2009). Impactos de la agricultura intensiva en la cobertura vegetal y los servicios ecosistémicos en zonas rurales de América Latina. *Revista Latinoamericana de Ecología*, 14(2), 45–60.
- Pinilla, M. (2023). Evaluación de la calidad del agua en ecosistemas fluviales afectados por actividades antrópicas en la región costera de Ecuador [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Manabí]. Repositorio UTM.
- Thompson I, B Mackey, S McNulty, A Mosseler. 2009. Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series 43: 67 p.
- Weather Spark. (2024). Clima y temperatura promedio en Manta, Ecuador. Cedar Lake Ventures Inc. <https://es.weatherspark.com/y/32957/Clima-promedio-en-Manta-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- We Are Water Foundation. (2023). La restauración de ecosistemas acuáticos: clave para la sostenibilidad hídrica.

Cómo citar: Chipre Plúa , F. M., Pérez Lozano, . J. J., Pin Bone , A. J., Rodríguez López , J. C., & Lucio Villacreses, L. F. (2025). Características geomorfológicas de la cuenca del río Manta. UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 9(3), 13–27. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v9.n3.2025.13-27>