

<https://rcientificaesteli.unan.edu.ni>

DOI: <https://doi.org/10.5377/farem.v0i38.11954>

## Parámetros morfométricos de la unidad hidrológica 69-95259905 Masaya, Nicaragua; como primera etapa en la caracterización hidrológica

### Morphometric parameters of the hydrological unit 69-95259905 Masaya, Nicaragua; as a first stage in the hydrological characterization

#### **Norman Josué García García**

Licenciado en Geografía. Departamento de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua.

<https://orcid.org/0000-0002-5317-8908>

[normam1618@gmail.com](mailto:normam1618@gmail.com)

**RECIBIDO**

17/02/2021

#### **Nereyda Fabiola Salinas**

Licenciado en Geografía. Departamento de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua.

<https://orcid.org/0000-0002-8114-5943>

[nereydasalinas293@gmail.com](mailto:nereydasalinas293@gmail.com)

**ACEPTADO**

14/06/2021

#### **Lisseth Carolina Blandón Chavarría**

Máster en Ciencias del agua con énfasis en calidad. Departamento de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua.

<https://orcid.org/0000-0003-4125-0332>

[lizzblandon@gmail.com](mailto:lizzblandon@gmail.com)

### **RESUMEN**

La caracterización morfométrica de una cuenca es considerada una de las primeras etapas, previas a un estudio hidrológico superficial y subterráneo. El presente estudio se realizó en la unidad hidrológica 69-95259905, que; político administrativamente pertenece al municipio de Masaya, Nicaragua. Los índices geomorfológicos utilizados en este trabajo están basados en un análisis morfométrico: parámetros de tamaño-forma, relieve e intensidad fluvial; que permiten a través de aproximaciones matemáticas conocer la morfodinámica de la cuenca y su influencia en el comportamiento hidrológico. El cálculo de los parámetros morfométricos sirvió para conocer la fisiografía de la cuenca, que son importantes para analizar el comportamiento hidrológico, relacionado a la erosión, sedimentación y comportamiento de recarga y descarga de agua, a su vez para relacionar las variables naturales y su incidencia en la capacidad de la cuenca de almacenar agua, dichos elementos son de gran importancia en el proceso de caracterización hidrográfica de una cuenca, estos trabajos tienen relevancia, ya que son las primeras aproximaciones a reconocer un territorio y de acuerdo a sus recursos naturales entender la dinámica del recurso hídrico en el territorio. (Robleto, 2014)

© 2021 - Revista Científica de FAREM-Estelí.



Este trabajo está licenciado bajo una [Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### **PALABRAS CLAVE**

Cuenca; parámetros morfométricos; caracterización hidrográfica.

**ABSTRACT**

The morphometric characterization of a watershed is considered one of the first stages prior to a surface and subsurface hydrological study. The present study was carried out in the hydrological unit 69-95259905, which belongs administratively to the municipality of Masaya, Nicaragua. The geomorphological indices used in this work are based on a morphometric analysis: parameters of size-shape, relief and fluvial intensity; which allow through mathematical approximations to know the morphodynamics of the basin and its influence on the hydrological behavior. The calculation of morphometric parameters served to know the physiography of the basin, which are important to analyze the hydrological behavior, related to erosion, sedimentation and water recharge and discharge behavior, in turn to relate the natural variables and their impact on the capacity of the basin to store water, these elements are of great importance in the process of hydrographic characterization of a basin, these works have relevance, since they are the first approaches to recognize a territory and according to its natural resources understand the dynamics of water resources in the territory. (Robleto, 2014)

**KEYWORDS**

Watershed; morphometric parameters; hydrographic characterization.

## INTRODUCCIÓN

La cuenca 69-95259905, fue el resultado de la implementación de la metodología Pfafstetter, (INETER, MARENA, & UNI, 2014), colinda al norte con el área urbana de la ciudad de Masaya, al sur con el área urbana de la ciudad de Catarina, al este con la comarca Pacayita y al oeste con Comarca Vista Alegre. En el área de estudio se encuentran las comunidades de El Túnel, La Poma, Pacayita, Pacaya, Nandayure y El Mojón.

La Morfometría particular de cada cuenca hidrográfica es proporcional con la posibilidad de cosecha hídrica, respuesta ante eventos climáticos, escorrentía expresada en términos de caudales, incidencia en el transporte de sedimentos y nutrientes a lo largo de los ecosistemas que la integran. ( Gaspari, 2012). Entre los parámetros estimados en el área en estudio se encuentran las variables de relieve, topología y longitud de cauces, forma y tamaño de la cuenca e intensidad fluvial con fines de que los resultados mostrados sean de utilidad en la gestión de los recursos hídricos e insumos para la complementariedad de la caracterización hidrográfica de la cuenca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva puesto que caracteriza un hecho, establece explicaciones y correlaciones entre variables físicas.

### Fuentes y técnicas de recopilación de datos

Se recopiló información bibliográfica acerca de morfometría de cuencas en Nicaragua, con el objeto de analizar los resultados obtenidos a través de los cálculos matemáticos realizados, así mismo se utilizaron datos de curvas de nivel del área de estudio, estas fueron proporcionadas por INETER, se hizo uso de los sistemas de información geográfica para generar un modelo de elevación digital (MDE), el cual permitió conocer parámetros fundamentales de fisiografía (área, perímetro), estos sirvieron para la resolución de los demás.

## Parámetros de Forma y tamaño

**Área y perímetro:** El perímetro y área fueron calculados en el módulo de ArcMap (Sistema de información geográfica).

Razón de elongación: La razón de elongación fue el resultado de:

$$Re = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{Lc}$$

Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius: Aplicación de la fórmula:

$$Cc = \frac{(0.282)(P)}{\sqrt{A}}$$

Cc: Coeficiente de compacidad

P: Perímetro

A: Área

Factor de forma según Horton (1945) se calculó a partir de:

$$Hf = \frac{A}{La^2}$$

Hf: Factor de forma de Horton

A: Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

La: Longitud axial en km

Para la obtención de la longitud axial se procedió a utilizar el módulo de ArcMap, esto con el fin de trazar una línea recta sobre el objeto espacial (cuenca)

## Parámetros de relieve

Desnivel altitudinal, se obtuvo a partir de:

$$DA = AM - Am$$

DA: Desnivel altitudinal

AM: Altura mayor

Am: Altura menor

Pendiente promedio de la cuenca: La pendiente promedio se obtuvo utilizando el modelo digital de elevación, aplicando en el módulo de análisis espacial de ArcGis la herramienta slope que determina la pendiente, interpolándolo con el archivo vectorial de cuenca, posterior utilizando el módulo de estadísticas zonales en ArcGis, se obtuvieron los datos del promedio de la pendiente.

Razón de relieve:

$$Rr = \frac{DA}{Lc}$$

Rr: Razón de relieve  
DA: Desnivel altitudinal  
Lc: Longitud de la cuenca

Curva Hipsométrica: La construcción de la curva hipsométrica consistió en utilizar el modelo de elevación digital y reclasificar su información en 10 clases, cada clase cuenta con datos de elevación, posterior realizando una estadística a los valores de pixel de cada una de las 10 clases se obtuvieron los resultados de rango y porcentaje acumulado, mismo que sirvieron para graficar la curva hipsométrica y poder visualizar desde el punto de vista hidrológico la curvatura de la forma física de la cuenca.

Relación de relieve:

$$R = \frac{DA}{P^2}$$

R: Relación de relieve  
DA: Desnivel altitudinal  
P: Perímetro de la cuenca

Pendiente promedio del cauce principal: Para obtener el resultado de la pendiente promedio del río el procedimiento fue similar al obtener la pendiente de la cuenca; con la única diferencia que la interpolación de datos se dio con el archivo vectorial del río principal de la cuenca, aplicando una estadística zonal a los resultados.

Razon de Bifurcación: Se obtuvo aplicando la fórmula desarrollada por (Horton, 1945).

$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$$

Rb: Razón de bifurcación  
Nu: Número de orden

Razón de longitud:

$$RL = \frac{LU}{LU - 1}$$

RL; Razón de longitud

LU: Longitud de los cursos de un orden dado

Sinuosidad hidráulica:

Esta dada por la fórmula:

$$SH = l/Ld$$

Sh: Sinuosidad Hidraulica

l: longitud del curso principal

Ld: Longitud mas corta entre el inicio y el final del curso.

Orden de ríos: Para determinar el orden de los ríos se utilizó el método de Strahler, se utilizaron hojas topográficas para visualizar las corrientes de aguas permanentes e intermitentes, así mismo se utilizó el sistema de información geográfica ArcGis. Cabe destacar que la clasificación según los órdenes se realizó de manera manual.

### Parámetros de intensidad fluvial

Índice de frecuencia:

Este dado por:

$$If = \frac{N1}{A}$$

If: Índice de frecuencia

N1: Numero de cursos de orden 1

A: Área

Coefficiente de torrencialidad:

$$Ct = Dd \frac{N1}{A}$$

Ct: Coeficiente de torrencialidad

Dd: Densidad de drenaje

N1: Numero de cursos de orden 1

A: Área

Coefficiente de almacenamiento del canal:

$$Ca = \frac{Rl}{Rb}$$

Ca: Coeficiente de almacenamiento del canal

Rl: Razón de longitud

Rb: Razón de Bifurcación

Tiempo de concentración: Esta dada por la formula modificada y adaptada a Nicaragua después del evento meteorológico del Huracán Mitch.

$$Tc = 0.0041(3.28 \left(\frac{Lr}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Donde Tc: Tiempo de concentración

Lr: Longitud total de ríos

S: Pendiente media del rio

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros de forma y tamaño en la cuenca

La cuenca posee un área de 12.7 km<sup>2</sup>, según (CAMPOS 1992) es considerada como una cuenca muy pequeña, por poseer menos de 25 km<sup>2</sup>. El perímetro de la cuenca es de 17.79 km<sup>2</sup>.

Razón de elongación: El valor encontrado para la cuenca es 0.048 (Jardí, 1985), citado por Juárez (2016), indica que los valores de Re inferiores a 1 implican formas alargadas, cuanto menor sea Re, más alargada será su forma. En el área en estudio se encontró un valor menor a 1, indicando una cuenca alargada, esto se relaciona con los eventos de precipitación en la cual no habrá fuertes picos de crecidas en el caudal de salida; sin embargo, esto puede cambiar al encontrarse una cuenca con un uso actual no manejado.

El índice de Compacidad o Índice de Gravelius obtenido para la cuenca es 1.41, indica una forma oval-redonda a oval oblonga, su concentración de agua es lenta, la duración de escurrimiento hacia el cauce principal se dará en menor tiempo, debido a la longitud de los cauces secundarios, para la cuenca varían de 0.5 a 3.24 km. La forma alargada de la cuenca y las pequeñas longitudes de sus cauces está relacionada con la pendiente del terreno, por lo general la cuenca en términos ambientales, tendrá bajas probabilidades a inundaciones.

Sobre el factor de forma de Horton, se obtuvo un valor 0.36 indicando una forma alargada y no achatada, lo cual coincide con la razón de elongación. El 0.36 no se acerca a la unidad, mostrando que la cuenca tiene bajas las probabilidades de crecida ante eventos precipitación extraordinarios.

El resultado es la longitud de 5.93 km, datos es importante para el cálculo del factor de forma de Horton.

### **Parámetros de Relieve**

Desnivel altitudinal: La cuenca posee una altura mínima de 116 msnm y una máxima de 626 msnm y un desnivel altitudinal de 510 msnm, indicando una cuenca con una altura relevante en cuanto a los procesos de erosión, la característica del relieve indica una formación geomorfológica de meseta, la cual posee una suave pendiente, el desnivel altitudinal es un indicativo que en la cuenca existen diferentes pisos altitudinales y por ende diferente ecosistema.

La pendiente promedio de la cuenca es: de 6.04 %, según el método de clasificación de la pendiente elaborada para Nicaragua, (INETER, 1978). Se habla de un relieve en su mayoría moderadamente ondulado-inclinado, evidentemente la escorrentía escurre ligeramente hacia la parte baja. La cobertura de uso de suelo de bosques y sistemas perennes, que se encuentra en la parte alta y media de la cuenca y que ocupa aproximadamente el 42.79 % de la superficie, favorece los procesos de infiltración debido a la intercepción de la lluvia en el follaje lo cual directamente disminuye el impacto de la escorrentía en los suelos. Es importante analizar este factor con las características edáficas del suelo, que posee una textura franca, lo que permite una permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderada.

La Relación de relieve: complementa el análisis de la Razón de relieve en lo que refiere a la relación con el caudal y según (Senciales J. , 1999) explica la importancia del uso conjunto, ya que la razón de relieve hace posible conocer la existencia de áreas locales con elevada velocidad de caudales y la Relación considera la presencia de fuertes velocidades de caudales generalizadas. La cuenca presenta una razón de relieve de 0.62, esto indica que la velocidad del caudal de la cuenca es lenta y que se relaciona con la pérdida anual de sedimento, dado que el resultado del parámetro es relativamente bajo, los procesos de erosión tienen bajo impacto y esto está relacionado con la pendiente que en su mayoría es una planicie suave.

No obstante el escenario puede ser distinto en la parte alta, ya que es donde se encuentran pendientes mayores al 30 %, esto favorece el aumento de la velocidad del caudal, tendiendo a subir su capacidad de fuerza erosiva, el comportamiento también es probable en la parte baja de la cuenca, en este caso las pendientes son menos pronunciadas con rangos entre 0 a 15 %, 

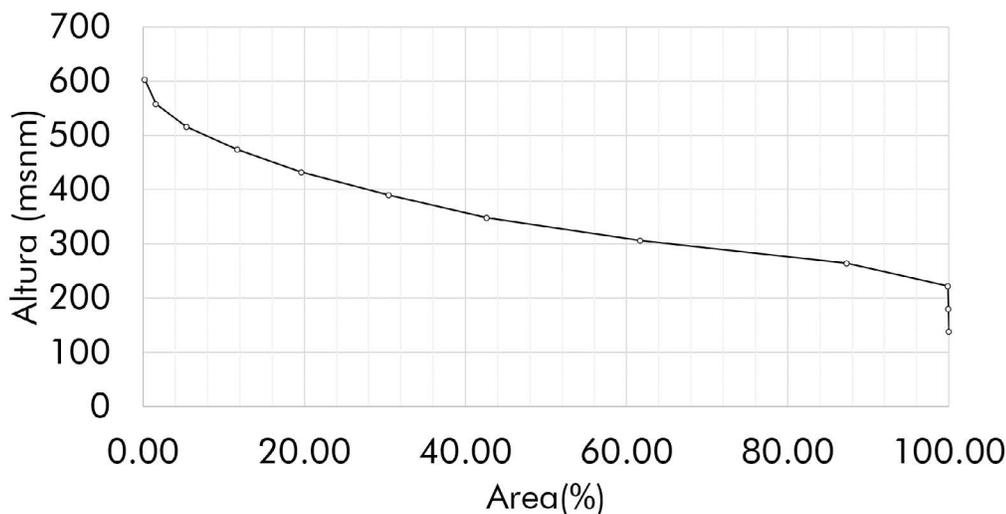
---

sin embargo la impermeabilidad del suelo producto de su actual uso puede aumentar de igual forma la velocidad del caudal, la fuerza erosiva no tendría gran realce, sino la transportación y el depósito de sedimentos.

La Relación de relieve es de 1.61, indicando que la cuenca posee bajos índices de erosión, esto está en correspondencia con la pendiente, que en toda la cuenca que es 6 %, en promedio. Es decir que la red drenaje ha venido modelando el actual relieve asociado a la baja la velocidad de su caudal. Esta capacidad erosiva planteada y muy general en la cuenca es potencial, ya que se entiende un caudal para toda la cuenca, por ello es importante siempre tener presente la intensidad de las precipitaciones que provocaran caudales diferentes y la resistencia del sustrato a ser erosionado por la acción mecánica del agua.

Curva Hipsométrica: Según (Strahler, 1957) citado por (Huaman, 2015), el estado de evolución de las cuencas, se puede visualizar a través de la curva hipsométrica, mostrando la diferencia entre la sinuosidad del cauce y la proporción de área; curvas convexas con estadios jóvenes indican un proceso de erosión leve y cauces jóvenes, curvas con forma de S con estadios intermedios indican equilibrio entre proceso de erosión y madurez del río y curvas cóncavas con estadios últimos de evolución indican cauces viejos y procesos muy elevados.

**Gráfico 1: Curva Hipsométrica**  
**CURVA HIPSOMETRICA**



**Elaboración: Propia. Octubre, 2020**

De acuerdo con la antes mencionado, en la cuenca se determinó una curva convexa con estadios intermedios (ver gráfico 1) que indican un equilibrio entre el proceso de erosión y el estado de madurez de sus cauces. Se relaciona con la formación geológica de la cuenca, ya que pertenece a una formación joven del periodo cuaternario, a pesar de que los estratos no están bien confinados, la cubierta vegetal ayuda a disminuir los procesos erosivos, de igual manera los ríos presentes en la cuenca son

maduros, mostrando un bajo nivel de erosión en sus lechos, esto lo comprueba su bajo valor de Razón de Relieve.

Como posible escenario se prevé un aceleramiento forzado en el estado evolutivo de su madurez, debido a que en la parte alta en los últimos años ha venido aumentando el crecimiento urbano de la ciudad de Catarina y además en dicha zona se tienen las mayores pendientes, provocando el aumento de la erosión del suelo, menor infiltración y mayor escorrentía, lo que infiere que los sedimentos sean transportados y depositados en la parte media y baja de la cuenca.

El punto de desfogue del río principal es la Laguna de Masaya, por lo que al graficar la curva se visualiza una línea semi vertical que esta entre la altura de 116 a 210 msnm, la imagen satelital de google Earth en 3D se puede constatar que corresponde a la ladera de la laguna de Masaya. (ver ilustración 1).

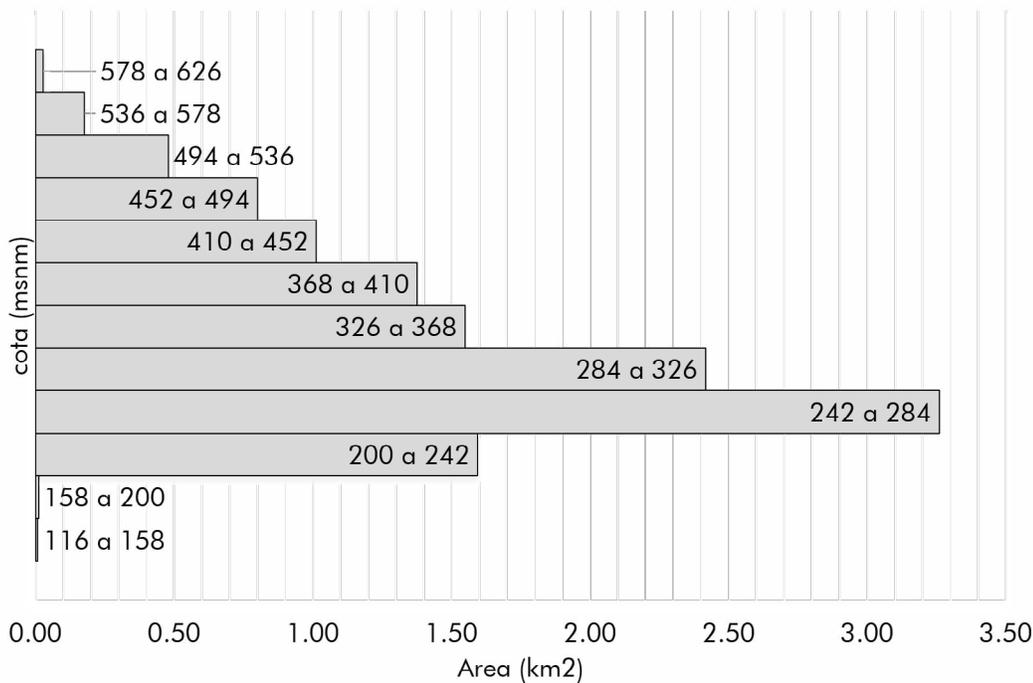
### Ilustración 1: Transcurso del río principal de la cuenca en 3D



**Fuente: Google Earth. Elaboración Propia.**

La realización del histograma de frecuencias (Grafico 2) ayudó a comprobar la relación del estado evolutivo de la cuenca y su posible escenario de aceleración en cuanto a niveles de erosión, los pisos altitudinales más representativos están en la parte baja con rangos entre 242 a 284 msnm, no se presentan rangos de pisos altitudinales de mayor altura, por ello la susceptibilidad a los procesos erosivos pueden darse con mayor facilidad en la parte alta.

**Gráfico No. 2. Diagrama de frecuencias altimétricas**

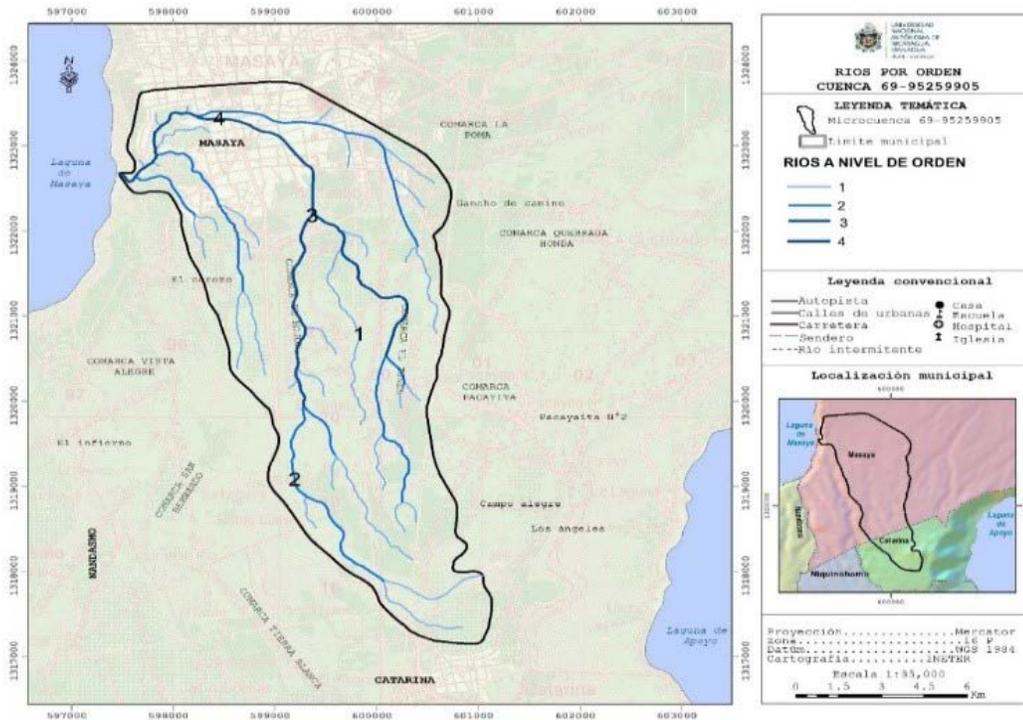


**Elaboración: Propia. Octubre, 2020.**

El río principal de la cuenca presenta una pendiente del: 0.055%, lo que indica que en eventos de precipitación el caudal es bastante suave, en termino general la velocidad del río será baja descartando gran peligrosidad para zonas cercanas, ya que la lámina de agua se desplazara de una forma lenta favoreciendo el proceso de infiltración; así mismo el tipo de material del lecho del río, que son materiales de formación volcánica, toba, lapilli, pómez y aglomerado son altamente permeables característico de una formación geológica joven.

Razón de Bifurcación: El rango encontrado para la cuenca fue de 2.4, lo cual indica una cuenca con bajo valor de bifurcación siendo esta una cuenca fuertemente ramificada con ríos de cuarto orden.

Mapa 1: Orden de ríos



Elaboración propia. Octubre 2020

En relación a lo anterior (Gregoriy & Walling, 1973) citado por (Gonzales, 2004), relacionan la razón de bifurcación con la razón de elongación, de forma que entre más redonda es una cuenca, menor será la razón de bifurcación y mayor el riesgo de crecida bruscas en la desembocadura. La cuenca en estudio tiene una forma alargada, por lo que presenta una baja razón de bifurcación.

La red de drenaje cursa por zonas llanas provocando que las escorrentías presenten retardo, lo cual favorece infiltración, y recarga de agua en la zona.

La razón de longitud de la cuenca es de: 0.58 esto indica que en el cauce se da una mayor concentración de energía, debido a la suave pendiente de su lecho y la ramificación de sus tributarios, la concentración de las aguas lentas y estable, la uniformidad de la planicie disectada en la parte baja muestra este proceso en cambios de velocidad que no se dan de forma brusca pero la capacidad de arrastre se mantendrá en equilibrio, sin embargo, estará en dependencia del uso y estado del suelo.

Sinuosidad Hidráulica: Este parámetro determinó la forma del canal principal; la cuenca obtuvo un resultado de 1.5, esto indica alta sinuosidad hidráulica, y según el tipo de canal es transicional, (Senciales J. M., 1998) manifiesta que la mayor sinuosidad suele ser frecuente en cauces de pocas pendientes, característico de un canal transicional de la cuenca de estudio, ya que no posee grandes rasgos orográficos, es decir no se dan procesos agresivos de erosión en su lecho.

## Parámetro de Morfometría Fluvial

Orden de Ríos: La red de drenaje de la cuenca está constituida por cauces de corta longitud y con un patrón de drenaje de forma dendrítica. Según la clasificación de (Horton R. , 1945) el orden de los ríos es de clase media llegando a encontrar su máximo en cauces de cuarto orden, este recibe las aportaciones de los ríos de primer, segundo y tercer orden. La mayor parte de los cauces de la cuenca son de longitud corta y con un régimen intermitente, su longitud total de 38.25 km recorre pendientes pronunciadas en la parte alta, hasta llegar a la planicie disectada sobre un pendiente suave, las direcciones de los ríos van de sur a norte, evacuando las aguas en la Laguna de Masaya.

**Tabla 1: orden y longitud de los Ríos de la cuenca 69-95259905, municipio de Masaya.**

Orden de Ríos	Longitud en Km
Rio de primer orden	18.66
Rio de Segundo orden	11.6
Rio de tercer orden	4.75
Rio de cuarto orden	3.24
Total	38.25

**Fuente propia. Octubre, 2020**

Densidad de drenaje: La cuenca obtuvo un valor de 3.01, lo que define que la cuenca tiene una densidad de drenaje moderada, y una textura gruesa, es decir en un evento de precipitación va evacuar el agua en un tiempo moderado, experimentando escorrentías concentradas.

El resultado de la densidad de drenaje se relaciona con el tamaño de la cuenca y con las bajas pendiente, las cuales son suaves y el transcurso de los cauces se da por zonas mayormente plana, evacuando la lámina de agua en tiempo moderado sin causar fuertes crecidas, por lo que se espera que la cuenca no sufra eventos de inundación.

Índice de frecuencia: Para la cuenca el resultado fue de 2.83 esta no se considera de peligro en arroyadas, pero si presenta un nivel de peligrosidad en los diferentes canales en eventos de precipitación fuerte.

El coeficiente de torrencialidad: Es de 8.51, lo que indica que la cuenca presenta vulnerabilidad a erosión en la red de drenaje, esto se relaciona con el aumento de la velocidad del caudal del curso y el cambio de pendiente y suelo impermeabilizado en la parte baja de la cuenca, también está en correspondencia con tiempo de concentración o repuesta de la cuenca que es corto, no obstante, en la parte alta de la cuenca se presentar alta torrencialidad por el cambio de uso de suelo y la susceptibilidad de la geología de la misma.

Constante de mantenimiento del curso: La cuenca dio como resultado 0.25, lo cual indica que posee un bajo nivel de almacenamiento en la red de drenaje, lo que quiere decir que en la cuenca se necesitan 0.25 km de cuenca para mantener 1 km de cauce.

Tiempo de concentración: El tiempo de concentración para la cuenca es de 0.60 horas o 36 minutos, esto indica que el tiempo es bajo, teóricamente en este periodo, el agua tendría que escurrir desde el inicio del cauce principal hasta llegar al punto de desfogue; no obstante, este tiempo podría variar en dependencia del uso del suelo.

## CONCLUSIONES

La cuenca posee un área de captación de 12.70 km<sup>2</sup>, su índice de Gravelius de 1.41 alude a una forma Oval-redonda a oval oblonga con tendencia de concentrar grandes volúmenes de agua con un escurrimiento tranquilo, modificando su dinámica en la parte baja de la cuenca debido a la impermeabilización del suelo por uso urbano.

El sistema de la hídrica de la cuenca es intermitente con longitud total de 38.25 km, con dirección de flujo hacia la Laguna de Masaya, debido al sustrato erosionado y al tipo de material local se clasificó la red hídrica como cuarto orden de sistema dendrítico.

La pendiente promedio de la cuenca es de 6%, la densidad de drenaje corresponde a 3.01 km/km<sup>2</sup>, por lo que es una cuenca moderadamente drenada, su tiempo de concentración es de 0.60 horas (36 minutos), evacuando el agua lentamente. La curva hipsométrica determinó una cuenca con potenciales evolutivos de una etapa intermedia entre la fase de equilibrio relativo o de madurez.

Los resultados morfométricos indican que el área de estudio es susceptible a procesos de erosión, sedimentación y transportación, debido a los cambios de uso de suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

244

- Gaspari, F. (2012). *Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina.*
- Gonzales , A. (2004). *Análisis morfométrico de la cuenca y de la red de drenaje del Río Zadorra y sus afluentes a la peligrosidad de crecidas.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/28078894\\_Analisis\\_morfometrico\\_de\\_la\\_cuenca\\_y\\_de\\_la\\_red\\_de\\_drenaje\\_del\\_rio\\_Zadorra\\_y\\_sus\\_afluentes\\_aplicado\\_a\\_la\\_peligrosidad\\_de\\_crecidas](https://www.researchgate.net/publication/28078894_Analisis_morfometrico_de_la_cuenca_y_de_la_red_de_drenaje_del_rio_Zadorra_y_sus_afluentes_aplicado_a_la_peligrosidad_de_crecidas)
- Gregoriy, K., & Walling, D. (1973). *Drainage basin form and processes A geomorphological approach.* London.
- Horton. (1945). *Erosional Development of Streams and their Drainage Basins, Bulletin of the Geological Society of America.*
- Horton, R. (1945). *Erosional development of streams and their drainage basins hrydrophysical approach to quantitative morphology.*
- Huaman, G. (2015). *Analisis Morfometrico e Hidrologico de la subcuenca hidrografica arasá, departamento de Cusco. Perú. Perú.*
- INETER, MARENA, & UNI. (2014). *Delimitación de cuenca bajo la metodología Pfafstetter.* Managua.
- Jardí, M. (1985). Forma de una cuenca de drenaje. Analisis de las variables Morfometricas que nos la definen. *Revista de Geografia, volumen XIX,* 41-68.
- Juarez, M. (2016). *Delimitación de la cuenca y unidades hidrograficas del arroyo La encantada Saltillo Coahuila mediante el método Pfafstetter.* Mexico.
- Robleto, J. (2014). Hidrología y disponibilidad Hídrica. *Primer plan de Gestion Integrada de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua,* 12-13.
- Senciales, J. (1999). *El análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio hidrográfico.* Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/28296533\\_El\\_analisis\\_morfologico\\_de\\_las\\_cuencas\\_fluviales\\_aplicado\\_al\\_estudio\\_hidrografico](https://www.researchgate.net/publication/28296533_El_analisis_morfologico_de_las_cuencas_fluviales_aplicado_al_estudio_hidrografico)
- Senciales, J. M. (1998). *El anàlisis morfològic de las cuencas fluviales aplicado al estudio hidrogràfic.* Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/109746.pdf>
- Strahler. (1957). *Revisión y perfección el esquema de Horton dando lugar al esquema de orfenación o de clasificación de cuenca.* España.