



*Aseorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 460-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/>

Año: VIII Número: Edición Especial. Artículo no.:14 Período: Marzo, 2021

TÍTULO: Estudio hidromorfológico de la cuenca efímera Maconta con relación al riesgo de inundaciones repentinas.

AUTORES:

1. Ing. Pedro Elías Intriago Zambrano.
2. Ing. Miller Ernesto Rodríguez Bravo.
3. Máster. Micheal David Caicedo Toro.
4. Máster. Fabián Rodrigo Espinales Cedeño.
5. Dr. Eric Cabrera Estupiñan.

RESUMEN: Es importante dar a conocer que la presente investigación comprende analizar las características morfométricas e hidrológicas de la cuenca efímera de Maconta, a través de parámetros generales, de forma, relieve y red de drenaje con el software (QGIS). Es importante también evaluar mediante una modelación cuya interpretación será con periodos de retorno (tr), los cuales se realizará con datos de precipitación del (INAMHI), realizando un modelo de simulación hidrológica con datos periodicos se obtendrá resultados en el que se logra determinar el comportamiento del cauce fluvial. Con la ayuda del programa de modelo hidrológico HEC-HMS, está herramienta es utilizada para la gestión y manejo de los recursos hídricos, que en sus resultados busca representar los procesos de distribución hidrológica, hidrográfica.

PALABRAS CLAVES: estudio, hidromorfológico, cuenca, riesgo, inundación.

TITLE: Hydromorphological study of the ephemeral Maconta Basin in relation to the risk of flash floods.

AUTORES:

1. Ing. Pedro Elías Intriago Zambrano.
2. Ing. Miller Ernesto Rodríguez Bravo.
3. Master. Micheal David Caicedo Toro.
4. Master. Fabián Rodrigo Espinales Cedeño.
5. Dr. Eric Cabrera Estupiñan.

ABSTRACT: It is important to make known that this research includes analyzing the morphometric and hydrological characteristics of the ephemeral Maconta basin, through general parameters, shape, relief and drainage network with the software (QGIS). It is also important to evaluate through a modeling whose interpretation will be with return periods (t_r), which will be carried out with precipitation data from (INAMHI), performing a hydrological simulation model with periodic data, results will be obtained in which it is possible to determine the behavior of the riverbed. With the help of the HEC-HMS hydrological model program, this tool is used for the management and handling of water resources, which in its results seeks to represent the hydrological and hydrographic distribution processes.

KEY WORDS: study, hydromorphological, basin, risk, flood.

INTRODUCCIÓN.

Una cuenca hidrológica constituye un terreno limitado por los puntos más altos de las montañas, compuesta por una gran diversidad de componentes bióticos y abióticos que interactúan entre sí, en donde se lleva a cabo el drenaje superficial que conecta sus aguas con un cauce principal, sea este un río más grande, un lago o el océano, su extensión puede ser sumamente pequeña, o tan grande como

un continente, tal como afirman (Faustino & Jiménez, 2000). Al ser un espacio ocupado por asentamientos humanos, requiere un manejo planificado de los recursos naturales, ya que el evento de precipitación en su máxima intensidad que se desarrolla en dichas cuencas amenaza al sistema social y al ecosistema por las inundaciones que se desarrollan cuando hay desbalances en el nivel hídrico (Charria García, 2015).

La provincia de Manabí es considerada una de las más propensas al impacto del fenómeno de inundación debido a la presencia de corrientes naturales que alteran la magnitud de lluvias que se dan en periodos cortos de tiempo, que desencadenan deslizamientos de tierra, inundaciones, colapso del sistema fluvial de las regiones, destrucción, enfermedades, y un gran impacto natural al verse afectada la agricultura y ganadería de las zonas inundadas, y por supuesto, crisis económica en el ámbito social de las comunidades impactadas, como destaca (Giler, Zambrano, & Perlalvo, 2020).

De acuerdo al aumento excesivo de caudal en las inundaciones, dentro de las características morfométricas de la cuenca de estudio se deben localizar las variables de superficie, relieve y red de drenaje que dependen de las condiciones climáticas y características físicas de la cuenca (Gaspari, y otros, 2012).

Por la diversidad de componentes que participan dentro y fuera de las cuencas hídricas, existen varias modificaciones en las cartografías de las cuencas debido a las actualizaciones en la morfología de los cauces, es importante el enfoque en la escala temporal y espacial que delega una estructuración para su estudio (García Martínez, Verónica, Carbone, & Posada Simeón, 2016). Para esto, considerando las condiciones en la que se encuentra la cuenca de la quebrada de Maconta, se deben asociar los parámetros de relieve de red y drenaje, que están condicionados con base en los rasgos biológicos en las masas de agua y la sustentabilidad que representan en el hábitat fluvial (Ballerín Ferrer, 2015). En los procedimientos empleados para la obtención de las características hidromorfológicas de cuencas, es concebible despreciar por su dificultad el cálculo de sedimentos, de

acuerdo a la formalidad de los regímenes que analizan los sistemas fluviales (Ballarín & Rodríguez, 2013).

Para la obtención de una modelación con el programa de simulación (HEC-HMS) se requiere información básica, por lo que su programación contiene sofisticadas técnicas para desarrollar un modelo donde la interpretación de los datos ingresados refleja la conducta del flujo del agua (Lopez, 2011). De lo que manifiesta en resultado el comportamiento del cauce fluvial, una apropiada gestión de cuencas hidrográficas debe de ser necesario establecer las condiciones de variación climatológicas del agua en el proceso de evaluación que repercuten en la probabilidad en el riesgo de inundación (Bussi, y otros, 2011). La presencia de asentamientos y de zonas agrícolas dentro de la cuenca hidrográfica están expuestas a las alteraciones en consideración al incremento repentino del cauce fluvial, a medida del tiempo ha existido modalidades de intervención entre diferencias de altura.

En una cuenca efímera o simples corrientes efímeras que son las que solo transportan agua cuando llueve, o inmediatamente después de que llueve dependiendo de la delimitación hidrográfica, la captación del cauce fluvial es el escurrimiento superficial que sólo es originado mediante los eventos de precipitación y su disposición final será formar parte del cauce principal, como es el caso de la cuenca de Maconta (Meza Rodríguez, 2006).

DESARROLLO.

Con la investigación realizada y aplicando modelos hidrológicos se logrará determinar las características hidromorfológicas implicadas en el registro de las estaciones meteorológicas, los caudales que genera la cuenca, así como las condiciones climatológicas del agua, y a la vez alcanzaremos a analizar las inundaciones repentinas con los diferentes periodos de retorno (Sánchez Lozano, Escobar Vargas, Figueroa Ortiz, Beltán Calderón, & Ayala Molina, 2016).

Objetivos.

Objetivo General.

Realizar el estudio hidromorfológico de la Cuenca efímera Maconta con relación al riesgo de inundaciones repentinas.

Objetivos Específicos.

- Delimitar la cuenca hidrológica y sus parámetros de forma, relieve y red de drenaje mediante el software QGIS.
- Evaluar las características hidromorfológicas y el riesgo en los niveles de inundación de la cuenca efímera de Maconta.
- Realizar modelo de simulación hidrológico en HEC-HMS para un periodo de retorno de 100 años.

Método y materiales.

Metodología.

La metodología utilizada en esta investigación será de tipo cuantitativa, donde se procederá a investigar en fuentes bibliográficas como libros, revistas y artículos científicos, congresos y conferencias con información referente a las características de un estudio hidromorfológico y su relación con la percepción del riesgo de inundación repentina, para con esta información poder realizar un modelo de simulación hidrológica que se obtendrá de una serie de datos numéricos que pertenecen a estaciones meteorológicas, por lo que la estructuración del sistema de estudio metodológico cuantitativo comprende tanta información extraída y datos procesados (Vásquez Hidalgo, 2016).

Materiales.

Dentro de los materiales tenemos algunos software y programas como herramientas apropiadas que son fundamentales y de gran ayuda para la investigación, tal como la del Sistema Nacional de

Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS), que es un programa del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP), que ofrece acceder a servicios de mapas web (WMS), servicio de funciones web (WFS), que permite obtener e identificar información geográfica y una infraestructura de datos espaciales (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2015).

También se utilizará el software de QGIS, que es un programa para la delimitación de cuencas hidrográficas, que a través del Modelo Digital de Elevación (MDE) por lo que se accede con simplicidad a modelar la representación de la cuenca de forma manual (Rivas & Moreno, 2019). El software que se utilizará para realizar las simulaciones de modelo hidrológico es el Sistema de Modelación Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, que representan en sus siglas en inglés (HEC-HMS), lo cual nos permite ingresar datos numéricos en representación de un conjunto de parámetros que especifiquen las características particulares obtenidos por la estación meteorológica y en su proceso de distribución demuestra caudales mínimos y máximos, que por su amplia variedad se puede generar hasta con periodos de retorno (Acevedo Guevara & Mendoza Huembes, 2015).

Zona de Estudio.

La presente investigación se realizará en la cuenca efímera del sector rural de la quebrada Maconta (Ver Ilustración 1) que está situada en la parroquia urbana de Colón a menos de media hora del Cantón Portoviejo; y es afluente del río Portoviejo. Por su ubicación geográfica, las actividades económicas que más sobresalen son la ganadería y la agricultura, pese a que la situación de sacar la producción es complicada debido al estado crítico del camino, Maconta se destaca por las características de fertilidad de la zona territorial.

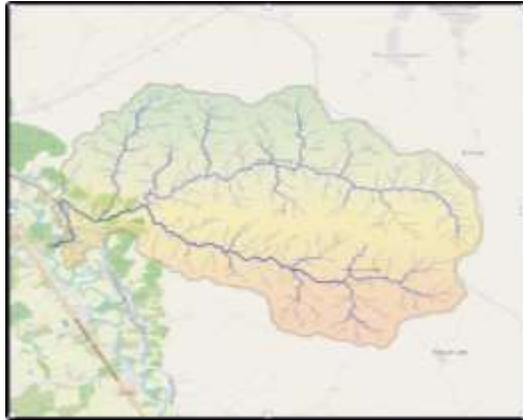


Ilustración 1. Área determinada de la cuenca de estudio Maconta. Fuente: Elaboración Propia.

Determinación de la cuenca hidrológica.

Mediante el software (QGIS 3.4.11 Medeira) Sistema de Información Geográfico, se determinó la cuenca efímera Maconta utilizando las herramientas (GRASS 7.6.1) Y (SAGA GIS 2.3.2) disponibles como Plugin en los complementos. En el proceso que se realizó para su obtención se utilizó un modelo de elevación digital del terreno (SRTM) Shuttle Radar Topography Mission con precisión de 30 metros con acceso libre en la página USGS EROS Archive. (Ver Ilustración 1).

Análisis morfométrico.

Parámetros morfométricos generales de una cuenca hidrográfica.

Área (A).

El área de una cuenca es aquel espacio de tierra que tiene como límite la curva del perímetro, o línea divisoria de aguas, se le expresa como A (km²), y en el software QGIS mediante la tabla de atributos del polígono podemos obtener el área de las cuencas a estudiar; este es el parámetro más importante para relacionar la esorrentía con la morfología.

Perímetro (P).

Este parámetro define la forma que tiene la cuenca, delimitando el perfil del área de la cuenca con la herramienta calculadora en la tabla de atributos asignando la opción de geometría la cual expresa el valor del perímetro en (km).

Longitud Axial (L).

La longitud Axial determinada como L (km) de la cuenca es la que define la distancia desde el cierre de la cuenca hasta el punto de mayor distancia. Para su obtención se utiliza la herramienta medir disponible en el QGIS.

Ancho de la Cuenca (B).

El ancho de la cuenca está determinada por el área de la cuenca en relación con la longitud axial. Como se lo muestra en el siguiente fórmula.

$$B = A/L$$

Donde:

A= Área (km²).

L= Longitud Axial (km).

Desnivel altitudinal (DA).

Este parámetro se obtiene de la cota más alta de la cuenca y la cota más baja como se muestra en la siguiente fórmula.

$$DA = H_{máx} - H_{mín}$$

Donde:

$H_{máx}$ = Altura máxima de la cuenca (m).

$H_{mín}$ = Altura mínima de la cuenca (m).

Parámetros			
Morfométricos generales	Símbolo	u/m	Valor
Área	A	km ²	29.125
Perímetro	P	km	33.409
Longitud axial	La	km	7.909
Ancho de la cuenca	B	km	3.683
Desnivel Altitudinal	H	m(snm)	483

Tabla 1. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros morfométricos asociados a la forma de la cuenca.

Factor de forma de Horton (Rf).

Este parámetro es que ordena los afluentes desde su formación hasta donde se une con el cauce mayor, dependiendo del número de orden será el volumen del afluente.

$$Rf = A / (L_a^2)$$

Donde:

A= Área de la cuenca (km²)

L= Longitud axial de la cuenca (km)

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
> 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.300	Alargada
0.300 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.450	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente Ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
0.80 - 1.20	Muy Ensanchada
> 1.200	Rodeando el Desagüe

Tabla 2. Fuente: Elaborado por CHOW VEN TE (1994)

Coeficiente o índice de compacidad (Kc).

Este factor es también conocido como Coeficiente de Gravelius por sus siglas CG, es aquel que relaciona el ancho la captación y la longitud que tiene la cuenca.

$$Kc = P / (2\sqrt{(\pi A)})$$

Donde:

P= Perímetro (km)

A= Área de la cuenca (km²)

Clase de Forma	Índice de Compacidad (Cc)	Forma de la Cuenca
Clase I	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval-redonda
Clase II	1.26-1.50	Oval-redonda a oval oblonga
Clase III	1.51 a más de 2	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Tabla 3. Fuente: Elaborado por CHOW VEN TE (1994).

Coefficiente de circularidad de Miller (Cc).

Este parámetro está representado por Cc y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Cc = 4\pi A/P^2$$

Donde:

P= Perímetro (km).

A= Área de la cuenca (km²).

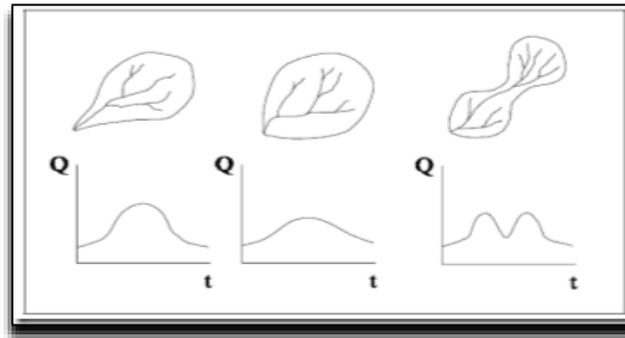


Gráfico 1. Fuente: Elaborado por CHOW VEN TE (1994).

$$0 < Cc < 1$$

Si Cc tiende a 1: Cuenca ensanchada.

Si Cc tiende a 0: Cuenca alargadas.

Parámetros		
Morfométricos asociados a la forma de la cuenca	Símbolo	Valor
Factor de forma de Horton	Rf	0.466
Coefficiente de compacidad de Gravelius	Kc	1.746
Coefficiente de circularidad de Miller	Cc	0.328

Tabla 4 Fuente: Elaboración propia.

Parámetros morfométricos asociados al relieve.

Curva Hipsométrica.

Este parámetro representa el porcentaje de la superficie de la cuenca en km² en relación a la cota determinada, este dato lo encontramos reflejado en la tabla de la frecuencia de altitudes. Este resultado ha sido asociado con las edades de los ríos de las cuencas, definiéndose así jóvenes, maduros o viejos. En este parámetro encontramos los siguientes factores: La ordenada que representa a la Altura relativa, y a la abscisa representa al área relativa. Junto con la frecuencia relativa como podemos ver en el gráfico 2.

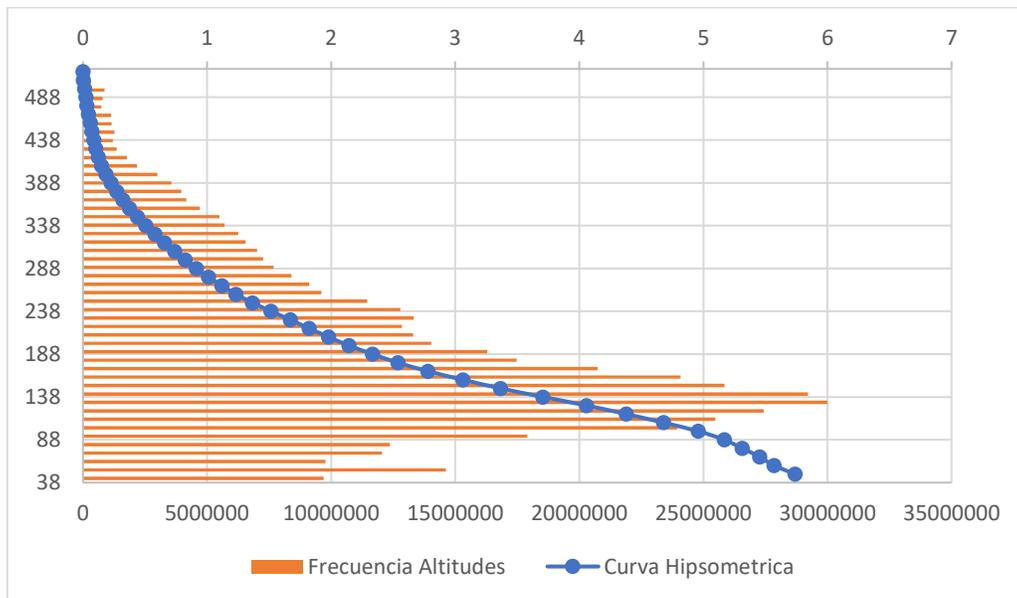


Gráfico 2. Interpretación de la curva Hipsométrica y la Frecuencia de Altitudes. Fuente: Elaboración propia.

A: Cuenca con gran potencial erosivo, fase de juventud.

B: Cuenca en equilibrio, fase de madurez.

C: Cuenca sedimentaria, fase de vejez.

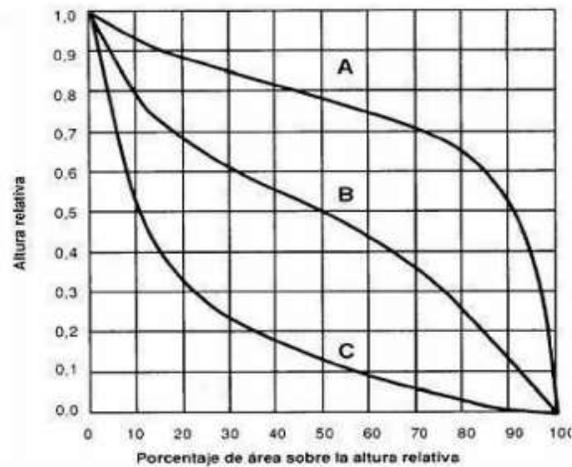


Gráfico 2. Fuente: Elaborado por CHOW VEN TE (1994).

Cota máxima de la Cuenca.

La cota máxima está representada por C_{maxc} (m); este parámetro se obtiene con la herramienta de identificación de objetos espaciales en el Geoportal.

Cota mínima de la Cuenca.

Está representada de la siguiente manera: C_{mincp} (m) también obteniéndose en el Geoportal.

Altitud media de la Cuenca.

Este parámetro representa a la elevación promedio del nivel de la estación en donde se afora la cuenca, esta se ve alterada por los microclimas, y los hábitats de la región. Se calcula utilizando la curva hipsométrica anteriormente obtenida.

Pendiente promedio de la Cuenca.

Este parámetro se obtiene de la tabla de atributos dentro del mapa de pendientes de la cuenca aplicando la estadística zonal del mpa (dem) de la zona del cauce principal.

Altitud mayor del cauce.

Este parámetro lo obtenemos mediante el modelo de evaluación empleando la herramienta de identificación de objetos espaciales. Expresado en (m).

Altitud menor del cauce.

Así mismo aplica para obtener la altitud menor del cauce haciendo clic izquierdo en los píxeles donde comienza y donde termina el cauce principal. Expresado en (m).

Parámetros			
Morfométricos asociados al relieve	Símbolo	u/m	Valor
Cota máxima	Cmax	m(snm)	521
Cota mínima	Cmin	m(snm)	38
Altura media de la cuenca	Am	m(snm)	185.617
Pendiente Promedio de la cuenca	Smed	%	15.34
Altitud mayor del cauce	Amac	m(snm)	443
Altitud menor del cauce	Amic	m(snm)	43.026

Tabla 5 Fuente: Elaboración propia.

Parámetros morfométricos asociados a la red de drenaje.

De acuerdo con (Gaspari, Rodriguez, Senisterra, & Denegri, 2012) el análisis morfométrico de una cuenca se define como el estudio de un conjunto de variables lineales, de superficie, de relieve y de drenaje con el que se puede conocer las características físicas de una cuenca.

Longitud cauce principal (LCP).

Este parámetro equivale a la distancia que recorre el río desde las aguas abajo hasta el punto que se encuentra a la mayor distancia en aguas arriba.

Longitud total de drenaje (LT).

La longitud total de drenaje nos indica que el total de los tributarios se estima el primer orden hasta el último orden del cierre de toda la longitud del área de la cuenca. Cuando un cauce se une a otro orden mayor el cauce resultante hacia aguas abajo adquiere el mayor de los órdenes.

Densidad de drenaje (D).

Este parámetro lo obtenemos dividiendo la longitud de las corrientes de la cuenca multiplicado con el área total, con la siguiente fórmula.

$$D = (\sum Lc)/A$$

Donde:

$\sum Lc$ = Sumatoria de los cursos que integran la cuenca (km)

A= Área total de la cuenca (km²)

Si $D \leq 0.5$ cuenca mal drenada.

Si $D \geq 3.5$ cuenca bien drenada.

Frecuencia de drenaje (F).

La frecuencia de drenaje representa al número de cauces entre la superficie de la cuenca. Podemos distinguir las cuencas más drenadas cuando la frecuencia de drenaje es baja.

$$F = Nc/A$$

Dónde:

Nc= Número total de cauces (km)

A= Área total de la cuenca (km²)

Pendiente del cauce principal (Sc).

La pendiente del cauce principal es el parámetro que influye sobre la velocidad del flujo, nos permite obtener mejores resultados con respecto al comportamiento del recurso hídrico en el tránsito de avenidas.

$$Sc = ([Csup]_{cp} - [Cinf]_{cp}) / Lcp$$

Donde:

Csup= Cota superior del cauce principal (m)

Cinf= Cota inferior del cauce principal (m)

Lcp= Longitud del cauce principal (km)

Tiempo de concentración (Tc).

Es el tiempo de recorre la gota de lluvia desde el punto más lejano de la cuenca hasta llegar al punto de cierre. Donde se obtiene de la siguiente fórmula.

$$Tc = (0.87 (Lc^3)/H)^{0.385}$$

Donde:

Lc= Longitud del cauce principal (km)

H= Diferencia de la cota máx. y mín. de la cuenca (m)

Parámetros			
Morfométricos asociados a la red de drenaje	Símbolo	u/m	Valor
Longitud del cauce principal	Lcp	km	10.726
Longitud total de drenaje	Lt	km	150.171
Densidad de drenaje	D	kg/m3	5.156
Frecuencia de Drenaje	F	t/mm	33.614
Pendiente del cauce	Sc	%	37.290
Tiempo de concentración	Tc	hrs	1.360

Tabla 6 Fuente: Elaboración propia.

Modelo hidrológico.

Los modelos hidrológicos representan de manera simplificada los sistemas hidrológicos y nos permiten estudiar como funcionan las cuencas, así como actúan ante algunos factores, de esta manera poder entender el proceso hidrológico que cumplen. A la vez, estos modelos hidrológicos nos permiten entender como responden las cuencas ante eventos de lluvias con intensidad variable, así como el caudal, el tiempo de concentración, las curvas IDF, entre otros parámetros que podemos obtener con el Hec-Hms, estos lo obtenemos mediante hietogramas e hidrogramas, que nos permiten verificar los picos que determinan la intensidad y frecuencia de precipitación y también de caudal en la cuenca durante un tiempo determinado (Duque Sarango, Patiño, & López, 2019).

HEC- HMS (Hydrologic Engineering Center- Hydrologic Modeling System).

Basin model.

Al momento de crear un nuevo Basin Model se pulsa el componente Basin Model New; entonces, aparecerá el formulario de la figura donde se le otorgará el nombre al modelado de la cuenca y su descripción, luego procedemos a seleccionar Ok, y se visualizará la pantalla con la que se puede obtener de manera gráfica los parámetros que se definirán para la modelación de la cuenca (Departament d'Enginyeria Hidràulica Marítima i Ambiental, 2015). Como se aprecia en la siguiente Ilustración 2.

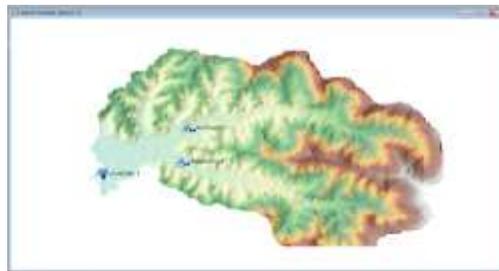


Ilustración 2. Fuente: Elaboración propia.

Subbasing.

Esto nos explica la forma de como subdividir la cuenca hidrográfica en dos subcuencas superiores y especifique la ruta para los alcances que vinculan las cuencas superiores lo cual representa en precipitación el hietograma superior y representa en caudal el hidrograma inferior (ver gráfico 2).

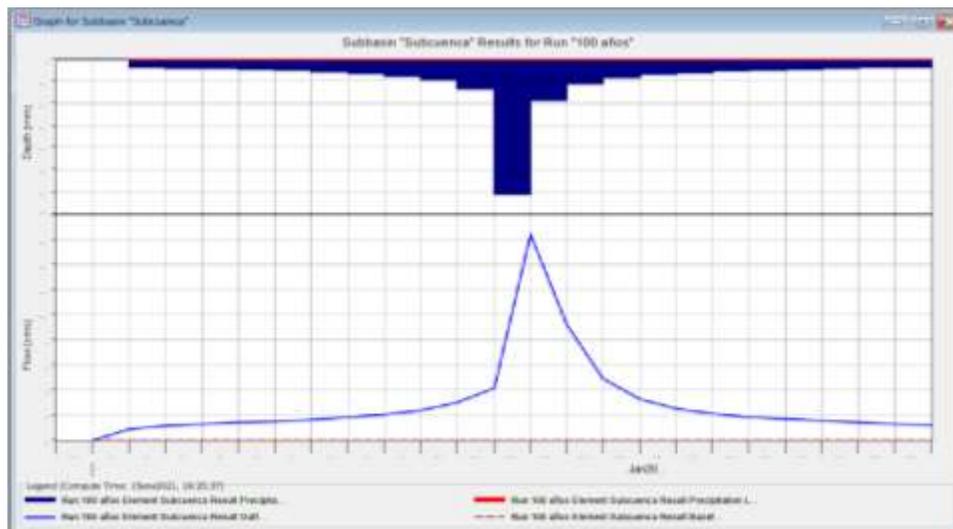


Gráfico 4. Fuente: Elaboración propia.

Curva IDF.

En el siguiente gráfico 5 demuestra la curva de intensidad duración y frecuencia en los 100 años de periodo de retorno. Los datos fueron tomados de la estación meteorológica M0005, los cuales fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

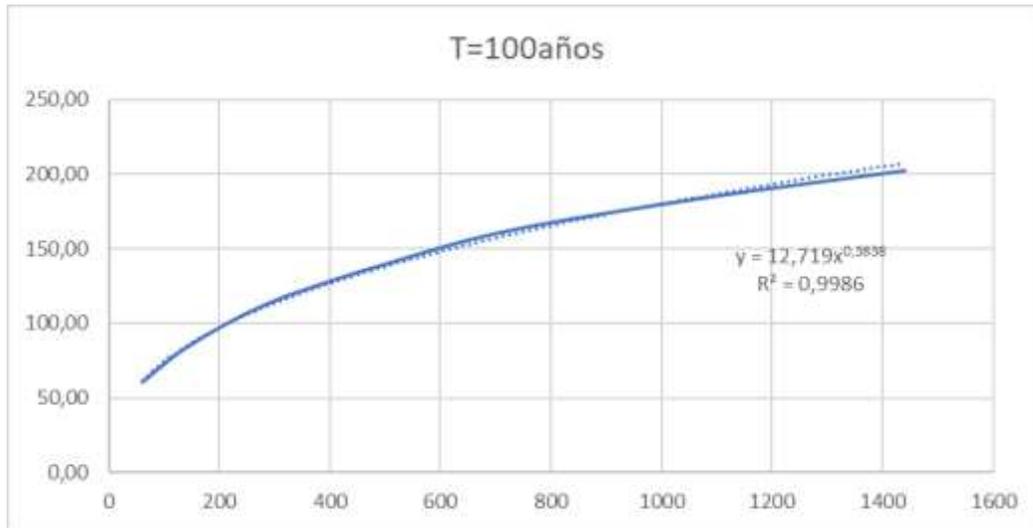


Gráfico 5. Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión.

Para el análisis morfométrico de la cuenca efímera Maconta se estudió un conjunto de variables lineales como los parámetros morfométricos generales (ver en la tabla 1) donde se conoce las características físicas de la superficie de la cuenca hidrológica.

Los parámetros morfométricos asociados a la forma de la cuenca se encuentra el Factor de forma de Horton (Rf) es igual a (0.466) en sus valores demuestra ser una cuenca ensanchada (ver tabla 2 y 4), es un índice que se utiliza para medir la forma de la cuenca. El coeficiente o índice de compacidad (Kc) es de (1.746) obtenidos de la morfometría se define como Oval – oblonga a recatangular – oblonga en su categoría la forma de la cuenca es de clase II (Ver tabla 3 y 4). Se ha podido conocer también el coeficiente de circularidad de Miller (Cc) que es de (0.328) y se pudo analizar que la forma de la cuenca es alargada (Ver gráfico y tabla 4). Con los parámetros asociados al relieve, se realizó

la curva hipsométrica que indica el porcentaje (%) de superficie de la cuenca en (km²) que existe por encima de una cota determinada (*Ver Gráfico 2 y 3*) se muestra la forma de la curva y la cuenca sedimentaria o fase de vejez que tendría la edad de la cuenca. En el mismo (*ver gráfico 2*) se muestra el histograma de frecuencia de altitudes. Los parámetros asociados a la red de drenaje tienen trayectorias que residen entre sí cauces de corrientes naturales de ellas mismas, es decir la cantidad de agua que recibe con rapidez en las condiciones en las que se encuentra la superficie de la cuenca. En el caso de la cuenca efímera Maconta por sus características analizadas cuando empieza los eventos de precipitación el agua es drenada inmediatamente; por lo tanto, una gota de agua desde el punto más extremo de la cuenca hasta el cierre de la cuenca tiene un tiempo de concentración (T_c) de (1.36 hrs) es tiempo que recorre la gota del extremo al cierre de la cuenca (*ver tabla 6*).

Asociando todos los parámetros morfométricos de la cuenca se pudo ingresar valores como el área, tiempo de concentración y de precipitación de la estación meteorológica M0005. El modelo de simulación hidrológica (HEC-HMS) realizado para 100 años de periodo de retorno (*ver Ilustración 2*) refleja como resultado la precipitación (mm) en el hietograma en la parte superior y en el hidrograma representa el caudal (m³/s) en la parte inferior (*ver gráfico 4*). Como resultado final se obtuvo la Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia para 100 años de retorno (*ver gráfico 5*).

CONCLUSIONES.

El objetivo del presente trabajo es realizar el estudio hidromorfológico utilizando un conjunto de variables lineales y analizar el comportamiento hidrológico de la cuenca efímera Maconta. Los resultados obtenidos indican que en la zona de estudio en temporadas lluviosas está expuesta a inundaciones repentinas que afectan a las actividades socioeconómicas en general por las características analizadas de la cuenca; por lo tanto, se recomienda seguir realizando estudios a cuencas que presenten este tipo de complejidad para poder satisfacer las necesidades en pro y desarrollo de las comunidades que estén siendo afectadas por las inundaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Acevedo Guevara, J., & Mendoza Huembes, V. (2015). Evaluación hidro técnica del puente la trinidad tramo: empalme la trinidad - San Rafael del Sur. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.
2. Ballarín, D., & Rodríguez, I. (2013). Hidromorfología fluvial: algunos apuntes aplicados a la restauración de ríos en la cuenca del Duero. *Confederación Hidrográfica del Duero. Valladolid, España.*
3. Ballerín Ferrer, D. (2015). Protocolo para la caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos en España. Il Congreso Ibérico de Restauración Fluvial, (pág. 10). España: At Pamplona.
4. Bussi, G., Ortiz, E., Francés, F., Pujol, L., Gabaldón, R., Guna, V., ... & Sempere, J. A. (2011). Modelación hidráulica y análisis del riesgo de inundación según las líneas guía de la Directiva Marco del Agua. El caso de la Marina Alta y la Marina Baja (Alicante). *II Jornadas de Ingeniería del Agua" Modelos Numéricos en Dinámica Fluvial. Barcelona, Spain.*
5. Charria García, W. (2015). El sistema complejo de la cuenca hidrográfica. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://www.medellin.unal.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sistema%20CuencaHidrogr%E1fica.pdf
6. Chow, V. T. (1994). Hidrología aplicada /cVen Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays; traducción: Juan G. Saldarriaga. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
7. Departament d'Enginyeria Hidràulica Marítima i Ambiental. (2015). Manual de utilización del programa HEC-HMS (v 3.3.0). Flumen. Retrieved from https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250336/2012/40_ManualHMS.pdf

8. Duque-Sarango, P., Patiño, D. M., & López, X. E. (2019). Evaluación del sistema de modelamiento hidrológico HEC-HMS para la simulación hidrológica de una microcuenca andina tropical. *Información tecnológica*, 30(6), 351-362.
9. Faustino, J., & Jiménez, F. (2000). Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 35.
10. García Martínez, B., Gil, V., Carbone, M. E., & Posada Simeón, J. C. (2016). Caracterización del patrón hidromorfológico del Arroyo de la Ventana en su tramo medio alto (Buenos Aires, Argentina). *Estudios geográficos*, 77 (281), 521-541.
11. Gaspari, F., Rodríguez Vagaría, A., Senisterra, G., Denegri, G. A., Delgado, M. I., & Besteiro, S. I. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *Augm Domus*, 4.
12. Giler-Ormaza, A. M., Zambrano, R. P. A., & Perlalvo, D. A. Z. (2020). Manejo sostenible de inundaciones, cuencas y riberas en la provincia de Manabí. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, (23), 55-72.
13. Lopez, J. D. C. (2011). Modelación hidráulica y morfodinámica de cauces sinuosos aplicación a la quebrada La Marinilla (ANT). *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (30), 107-118.
14. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca-MAGAP. (2015). Metodología del estudio geo pedológico. Proyecto de levantamiento de cartografía temática a escala 1:25.000, lotes 1 y 2. Quito. Consorcio Tracasa/nipsa.
15. Meza Rodríguez, D. (2006). *Caracterización hidrográfica de la cuenca Ayuquila-Armería mediante la aplicación de un sistema de información geográfica* (Doctoral dissertation, Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México).

16. Rivas Ramírez, D. C., & Moreno Rivas, M. A. (2019). Delimitación hidrográfica y caracterización morfométrico de la cuenca del río Metica. Repositorio de tesis. Universidad Cooperativa de Colombia.
17. Sánchez Lozano, J., Escobar Vargas, J., Figueroa Ortiz, C., Beltán Calderón, D., & Ayala Molina, B. (2016). Modelación hidrológica de la cuenca magdalena-cauca usando Wflow. Perú: XXVII congreso latinoamericano de hidráulica. Obtenido de: http://www.investigacionesyproyectoshidraulicos.com/web/Material%20Cientifico/Articulos/Mas%20de%201000%20Articulos/930_.pdf
18. Vásquez Hidalgo, I. (2016). Tipos de Estudios y Métodos de Investigación. España: Gestipolis.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Pedro Elías Intriago Zambrano.** Ingeniero Hidráulico. Maestrante de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí. PUCEM-Ecuador. E-mail: pintriago5522@pucesm.edu.ec
2. **Miller Ernesto Rodríguez Bravo.** Ingeniero Hidráulico. Maestrante de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí. PUCEM-Ecuador. E-mail: mrodriguez1134@pucesm.edu.ec
3. **Micheal David Caicedo Toro.** Magíster en Ciencias Ambientales Mención Tecnologías y Gestión. Docente de la Carrera de Ingeniería Hidráulica, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí. PUCEM-Ecuador. E-mail: mcaicedo@pucesm.edu.ec
4. **Fabián Rodrigo Espinales Cedeño.** Máster en Construcción de Obras Viales. Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí. PUCEM-Ecuador. E-mail: fespinales@pucesm.edu.ec
5. **Erick Cabrera Estupiñán.** Doctor en Ciencias Técnicas. Docente Titular Universidad Eloy Alfaro de Manabí, ULEAM-Ecuador. E-mail: ecabrerae@gmail.com

RECIBIDO: 2 de febrero del 2021.

APROBADO: 13 de febrero del 2021.