

**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA (CN) A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES, CUENCA RÍO MAPUEY, MUNICIPIO EZEQUIEL ZAMORA, ESTADO COJEDES**

**DETERMINATION OF THE CURVE NUMBER (CN) FROM SATELLITE IMAGES, MAPUEY RIVER BASIN, EZEQUIEL ZAMORA MUNICIPALITY, COJEDES STATE**

Eleadys Quiñonez

MSc. Ingeniería Ambiental (UNELLEZ). Docente Titular de la UNELLEZ - San Carlos, Cojedes. Venezuela. eleadysq@gmail.com

Recibido: 15/10/2022 Aprobado: 20/12/2022

Correo Electrónico: eleadysq@gmail.com

**RESUMEN**

Debido a la falta de información hidrológica de las cuencas pertenecientes al estado Cojedes, el presente trabajo de investigación aborda la determinación del parámetro hidrológico Número de curva (CN) en la Cuenca del Río mapuey a partir de imágenes satelitales. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño de investigación No Experimental Transversal de tipo Descriptivo. A partir de esta metodología se realizó la descripción de las características físicas naturales de la cuenca, mapas geológicos y geomorfológicos, así como la caracterización vegetal de la cuenca utilizando una (01) imagen satelital Landsat 2017. Posteriormente, se determinaron las Unidades Hidrológicas que conforman la cuenca y se obtuvieron los valores números de curvas (CN) para cada Unidad a partir de la condición de humedad antecedente normal tipo II. La vegetación predominante en la cuenca es de bosque, bosque-combinación de hierbas, lo cual no favorece el aumento de los procesos de escorrentía dentro de la cuenca. Como conclusión, el cálculo del número de curva evidencia la importancia de la vegetación en los procesos de escorrentía, ya que las plantas son capaces de retener el agua, mejorar las propiedades del suelo y por lo tanto favorecen la infiltración, evitando que se produzca la escorrentía directa.

**Palabras claves:** Número de curva, imagen satelital, Unidades Hidrológicas.

**ABSTRACT**

Due to the lack of hydrological information of the basins belonging to the state of Cojedes, this research work deals with the determination of the hydrological parameter Curve Number (CN) in the Mapuey River Basin from satellite images. A quantitative approach was used with a Non Experimental Transversal Descriptive research design. Based on this methodology, the description of the natural physical characteristics of the basin, geological and geomorphological maps, as well as the vegetation characterization of the basin were carried out using one (01) Landsat 2017 satellite image. Subsequently, the Hydrological Units that make up the basin were determined and the curve number (CN) values were obtained for each Unit from the normal antecedent moisture condition type II. The predominant vegetation in the basin is forest, forest-grass combination, which does not favor the increase of runoff processes within the basin. In conclusion, the calculation of the curve number evidences the importance of vegetation in runoff processes, since plants are able to retain water, improve soil properties and therefore favor infiltration, preventing direct runoff.

**Key words:** Curve number, satellite image, hydrological units.



## INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas son vitales tanto para la preservación de los ecosistemas como para el suministro del recurso agua a las poblaciones y comunidades. Su administración y manejo ha sido tema de debate y controversia en las últimas décadas, así como el estudio y obtención de información hidrológica actualizada con la que se realicen aportes en materia de planes y políticas públicas.

Uno de esos elementos o parámetros hidrológicos relevantes en materia de administración y gestión de cuencas hidrográficas es el número de curva (CN). Dicho parámetro está directamente relacionado con la cobertura vegetal, uso del suelo, estado de humedad y también brinda información acerca de las prácticas de manejo de las cuencas. Para su obtención, se realizan lecturas de las diferentes asociaciones suelo-cobertura las cuales se presentan ordenadas de acuerdo al uso de la tierra y tipo de cobertura. Cada asociación suelo- cobertura recibe entonces un número hidrológico o (NC) de acuerdo a su condición hidrológica, esta última definida en el método (NC) en cuatro grupos hidrológicos de suelos y tres condiciones hidrológicas. (Wilson y Gallant, 2000).

De igual manera, la utilización de imágenes satelitales en la determinación del número de curva (CN) permite obtener información relevante, con imágenes de gran exactitud y

nitidez con las cuales es posible determinar cobertura vegetal, parámetros del suelo y otras características propias de las cuencas. El manejo de dichas imágenes a través de programas y software brinda un gran aporte en materia de recursos hidrológicos, permitiendo el desarrollo de investigaciones en materia de cuencas hidrográficas. Basados en esto, las condiciones hidrológicas determinadas a partir del número de curva (CN) permite conocer el estado actual de las cuencas, su intervención, factores como la deforestación y alteración de los suelos, todos ellos determinantes en materia de políticas públicas y planes de manejo y control.

En este sentido, la determinación del número de curva (CN) en la cuenca del río Mapuey ubicada en las cercanías del sector San José de Mapuey, municipio Ezequiel Zamora, a través del método del Natural Resource Conservation Service (NRCS-CN), utilizando sistemas de información geográfica (SIG) e imágenes satelitales, permitirá conocer la situación actual de la cuenca, tomar acciones referente al aprovechamiento de sus recursos, así como ofrecer información actualizada acerca de los parámetros hidrológicos de la cuenca esenciales para la toma de decisiones en materia de manejo de recursos dentro de la región.

### Planteamiento del Problema

El manejo y gestión de cuencas hidrográficas requiere de información actualizada, y para ello las imágenes provenientes de satélites pueden

ser de gran ayuda. A través de esta información, parámetros como los cambios en la cobertura de vegetación, deforestación e intervención en las zonas geográficas de las cuencas, entre otros, pueden ser monitoreados y puestos en evidencia con el fin de implementar proyectos y programas destinados a la conservación y protección de los recursos. El seguimiento de los cambios en la cobertura vegetal de las cuencas a través de imágenes satelitales ha puesto en evidencia el incremento de superficies destinadas a la agricultura con actividades como la deforestación y el pastoreo, lo cual ha generado cambios significativos en los niveles de escurrimiento e infiltración de las cuencas.

Por otra parte, en el país existen pequeñas cuencas o microcuencas que pueden ser utilizadas para ciertos fines y aprovechamiento, siendo la cuenca del río Mapuey una de ellas. La problemática que presentan estas unidades hidrológicas es la falta de información, lo que dificulta su manejo. En este sentido, es importante destacar que en el estado Cojedes solo se cuenta con información hidrológica de las cuencas Pao y Tirgua, por ser de uso y explotación con fines de abastecimiento de agua para consumo humano. En esta investigación se pretende aportar información de la cuenca del río Mapuey referente al Número de curva (CN) a partir de imágenes satelitales, con las cuales se obtendrán los mapas geológicos y morfológicos de las unidades hidrológicas o subcuencas, y

posteriormente los mapas de cobertura vegetal. La determinación de los parámetros de escurrimientos es de vital importancia para el desarrollo de obras hidráulicas, pero debido a la falta de información de esta cuenca, se hace necesaria la utilización de imágenes satelitales, realizando estimaciones de cobertura vegetal y los cambios de usos en los suelos de la cuenca.

### **Justificación**

Desde el punto de vista ambiental, esta investigación aportará información actualizada en relación a las características físico-naturales de la cuenca del río Mapuey. Asimismo, proveerá datos específicos referentes a la vegetación que servirán de base para el manejo sostenible de los recursos existentes en el área. Finalmente, suministrará registros válidos relacionados con los valores del número de curva (CN) en la zona de estudio a fin de conocer los cambios que se han generado en dicha cuenca. En segundo lugar, desde el punto de vista social, esta investigación proporcionará información valiosa de referencia para la toma de decisiones, la adecuada planeación y gestión de la cuenca del río Mapuey en función de la ejecución de futuros proyectos ambientales, sociales, productivos y económicos en la zona. En tercer lugar, desde el punto de vista académico, esta investigación abrirá nuevos caminos para la elaboración de otros estudios relacionados con el tema.

Por ello, se debe resaltar la justificación de esta investigación enmarcada en el área de investigación del Programa Estudios Avanzados de la Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (UNELLEZ-VEPI): Ciencias del Agro y Ambientales y se corresponde con la línea de investigación: Gestión integral de aguas.

### **Objetivos de la Investigación**

#### **Objetivo General**

Determinar el número de curva (CN) a partir de imágenes satelitales, cuenca del río Mapuey, municipio Ezequiel Zamora, estado Cojedes.

#### **Objetivos Específicos**

1. Identificar las características físico-naturales de la cuenca del río Mapuey.
2. Definir las unidades hidrológicas de la cuenca del río Mapuey.
3. Examinar la cobertura vegetal a partir de imágenes satelitales.
4. Calcular el valor Número de curva (CN) en las diferentes unidades hidrológicas de la cuenca.

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **Antecedentes de la investigación**

Los estudios de caso presentados a continuación, se relacionan con las líneas de investigación de la presente investigación y sus objetivos; proporcionando referencias y datos importantes para su desarrollo. A nivel internacional, existen diversas investigaciones relacionadas con el

número de curvas (CN) en cuencas hidrográficas, destacando el trabajo de Carvajal y Fernández (2017), quienes publican un artículo de investigación sobre “la Determinación del número de curva en la subcuenca de Betancí (Córdoba, Colombia) mediante teledetección y SIG”, en la Revista Ingeniería y Desarrollo de la Universidad del Norte Barranquilla, Colombia. La metodología utilizada contempló la aplicación conjunta de la teledetección y sistemas de información geográfica. En relación a las fuentes de información utilizadas se encuentran la imagen Landsat 8 y el mapa de suelos de Córdoba.

Los autores concluyen que en la subcuenca de Betancí se registran valores altos del número de curva en la mayor parte del territorio, lo que indica la presencia de condiciones que favorecen el proceso de escorrentía por encima de la infiltración. Como puede apreciarse, dicha investigación sirve de base para el presente trabajo, ya que en la misma se determina el número de curva (CN) de la cuenca en estudio, a partir de ciertas características físicas del territorio como el tipo, la densidad y el tratamiento de las coberturas y el grupo hidrológico del suelo mediante el uso de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica.

En relación a los antecedentes nacionales se encuentran Lobo y Kearney (2013), quienes publican un artículo de investigación sobre la

“Acumulación y dirección de la escorrentía superficial a través del método del Número de Curva (NC) y SIG en una vertiente urbana de la ciudad de Trujillo-Venezuela”, cuyo objetivo fue ilustrar cartográficamente la magnitud del patrón espacial y temporal, de acumulación y dirección de la escorrentía en una vertiente de uso urbano en la ciudad de Trujillo, Venezuela. Integrando la escorrentía superficial mensual calculada mediante el método del NC (número de curva), con el patrón de dirección y acumulación del drenaje calculado a partir de un modelo de elevación digital (MED), representando cartográficamente el trazado y magnitud del escurrimiento mensual.

La metodología empleada para la realización del estudio se llevó a cabo en tres etapas: la de las fuentes de datos; el pre-procesamiento de estos datos para ser convertidos en insumos para su modelado y, consecuentemente, los productos preliminares y finales de dirección/acumulación de la escorrentía. Los autores concluyen de acuerdo a los resultados obtenidos que el área en estudio y basado en datos promedios mensuales de precipitación, los valores extremos en cuanto a su potencial relativo de escorrentía son el mes de julio como el más bajo y los meses de abril, octubre y noviembre como los de mayor potencial. Los períodos de CAH I, cuyos meses enero, febrero, julio y diciembre son considerados de bajo potencial de escorrentía.

## **Bases Teóricas**

### **Método Número de Curva (CN)**

El número de curva es un parámetro hidrológico que permite caracterizar el potencial de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se determina a partir de algunas características físicas del territorio como el tipo, la densidad y el tratamiento de las coberturas, así como por el grupo hidrológico de suelo. Es un método simple, efectivo y ampliamente usado para determinar aproximadamente la escorrentía generada por una precipitación o tormenta en un área particular.

Es un factor adimensional, cuyo valor está en el rango de 1 y 100. Cuando  $CN=1$  significa una capacidad de retención máxima en la cuenca y no se produce escorrentía, si  $CN=100$  la capacidad de retención es nula y la escorrentía será igual a la precipitación. Este valor depende de la clasificación hidrológica de los suelos, uso y tratamiento del suelo, condición hidrológica y la condición de humedad antecedente.

### **Elementos del Número de Curva (CN)**

Condición de humedad antecedente: Un factor importante a tener en cuenta en estas curvas son las condiciones antecedentes de humedad (Antecedent Moisture Conditions), las cuales se agrupan en tres condiciones básicas. Dependiendo de la precipitación total en los cinco días previos a la tormenta que se analiza. La condición de humedad antecedente seca (AMC I) tiene el menor potencial de escorrentía,

con los suelos estando lo suficientemente secos para un arado satisfactorio o para que una siembra se lleve a cabo. La condición de humedad antecedente promedio (AMC II) tiene un potencial de escorrentía promedio. La condición de humedad antecedente húmeda (AMC III) tiene el mayor potencial de escorrentía” (Instituto Nacional de Vías, 2009).

Para que un suelo esté en una condición seca la precipitación acumulada (durante los cinco días anteriores) debe estar entre 0 mm y 36 mm. Así mismo la lluvia almacenada para una condición normal debe estar en el rango de 36 mm y 53 mm. Por último, la condición saturada la precipitación reservada debe ser más de 53 mm.

**Cuadro 1**

**Condiciones antecedentes de humedad básicas empleadas en el método SCS**

AMC (I)	Condiciones Secas
AMC (II)	Condiciones Normales
AMC (III)	Condiciones Húmedas

**Fuente:** Chow y Maidment, 1964

Grupo Hidrológico de Suelo: Un grupo hidrológico de suelo (GHS) es un conjunto de suelos que tiene similar comportamiento frente a la generación de escorrentía. El método del Número de Curva establece cuatro tipos o grupos de suelo (A, B, C y D), de acuerdo con la siguiente descripción (Monsalve, 1995):

*Grupo A:* suelos con bajo potencial de escurrimiento por su gran permeabilidad y con elevada capacidad de infiltración, aun cuando

estén húmedos. Se trata principalmente de suelos profundos y con texturas gruesas (arenosa o areno-limosa), estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.

*Grupo B:* suelos con moderada capacidad de infiltración cuando están saturados. Principalmente consisten en suelos de mediana a alta profundidad, con buen drenaje. Sus texturas van de moderadamente finas a moderadamente gruesas (franca, franco-arenosa o arenosa). Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas.

*Grupo C:* suelos con escasa capacidad de infiltración una vez saturados. Su textura va de moderadamente fina a fina (franco-arcillosa o arcillosa). También se incluyen aquí suelos que presentan horizontes someros bastante impermeables. Esos suelos pueden ser pobremente, o bien, moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta a poca profundidad (50-100 cm).

*Grupo D:* suelos muy arcillosos con elevado potencial de escurrimiento y, por lo tanto, con muy baja capacidad de infiltración cuando están saturados. También se incluyen aquí los suelos que presentan una capa de arcilla somera y muy impermeable, así como suelos jóvenes de escaso espesor sobre una roca impermeable, ciertos suelos salinos y suelos con nivel freático alto. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta.



**Cuadro 3****Grupos Hidrológicos del Suelo**

<b>Grupo Hidrológico del Suelo</b>	<b>Infiltración cuando están muy Húmedos</b>	<b>Características</b>	<b>Textura</b>
<b>A</b>	Rápida	Alta capacidad de infiltración > 76mm/h Baja escorrentía	Arenosa Arenosa-Limosa Franca
<b>B</b>	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38 mm/h Regular escorrentía	Franca-arcillosa-arenosa Franco-Limosa
<b>C</b>	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13 mm/h Alta escorrentía	Franco-arcillosa Franco-arcillosa-limosa Arcillo-arenosa
<b>D</b>	Muy Lenta	Capacidad de infiltración < 13 mm/h Muy alta escorrentía	Arcillosa

**Fuente:** Monsalve, 1999

**METODOLOGÍA****Área Sujeta a Estudio**

De acuerdo con Barrera (2000), la unidad o área de estudio se refiere al contexto, al ser o entidad poseedores de la característica, evento, cualidad o variable, que se desea estudiar; una unidad de estudio puede ser una persona, un objeto, un grupo, una extensión geográfica, una institución. En este sentido, para el desarrollo de la presente investigación, se tomará como unidad de estudio la cuenca del río Mapuey, ubicada en el Municipio Ezequiel Zamora del Estado Cojedes.

**Naturaleza de Investigación**

La presente investigación titulada Determinación del Número de Curva (CN) a partir de imágenes satelitales, cuenca Río Mapuey, municipio Ezequiel Zamora, estado Cojedes, posee un enfoque de tipo cuantitativo, que según Hurtado y Toro (2001), tiende a usar

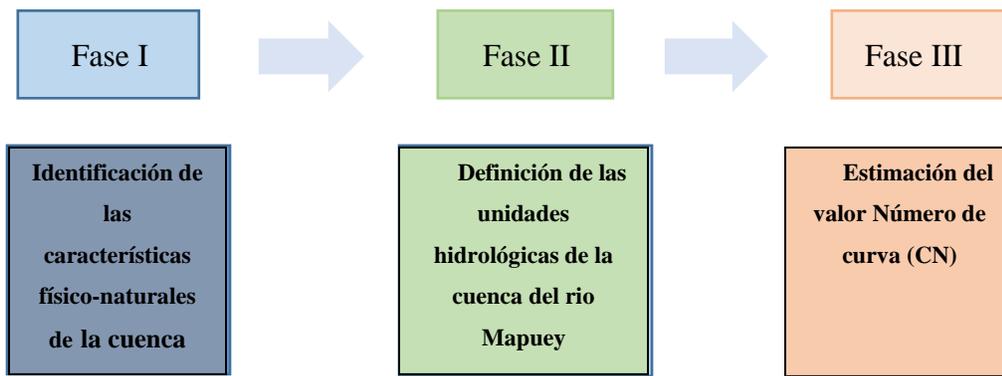
instrumentos de medición para la obtención de los datos que requiera de modelos matemáticos o estadísticos. A su vez, Palella y Martins (2012) señalan que el enfoque cuantitativo se caracteriza por privilegiar el dato como esencia sustancial de su argumentación. El dato es la expresión concreta que simboliza una realidad. Esta afirmación se sustenta en el principio de que lo que no se puede medir no es digno de credibilidad. Por ello, todo debe estar soportado en el número, en el dato estadístico que aproxima a la manifestación del fenómeno (p. 40).

Con respecto al diseño de la investigación, está enmarcada en un diseño No Experimental Transversal de tipo Descriptivo, definido como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver

su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

### Fases de la Investigación

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados fue necesario estructurar el estudio en diferentes metodológica establecida en la presente investigación



## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

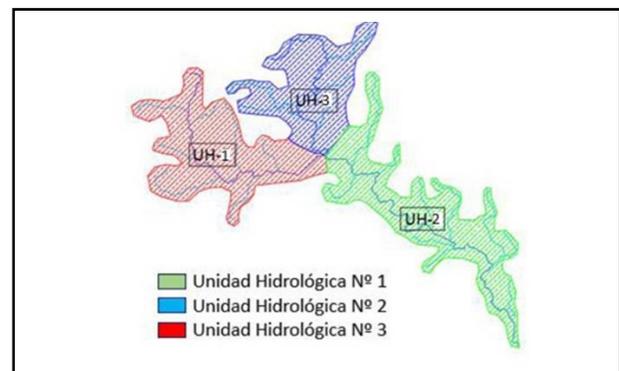
### Determinación de las Unidades Hidrológicas para la estimación de la cobertura vegetal mediante el uso de imagen satelital tipo Landsat año 2017.

Para el estudio y evaluación de la cuenca del río mapuey se subdividió la cuenca en tres secciones denominadas UH (unidad hidrológica) para su identificación, con el fin de realizar un análisis más detallado. A partir de la definición de la poligonal de la cuenca y de su cauce principal y

fases de ejecución, a fin de determinar el valor del número de curva (CN) de la Cuenca del Río Mapuey, Municipio Ezequiel Zamora, Estado Cojedes.

A continuación, se sintetiza la secuencia

secundario, se definieron las Unidades Hidrológicas a estudiar cómo se ilustra en la Figura 1.



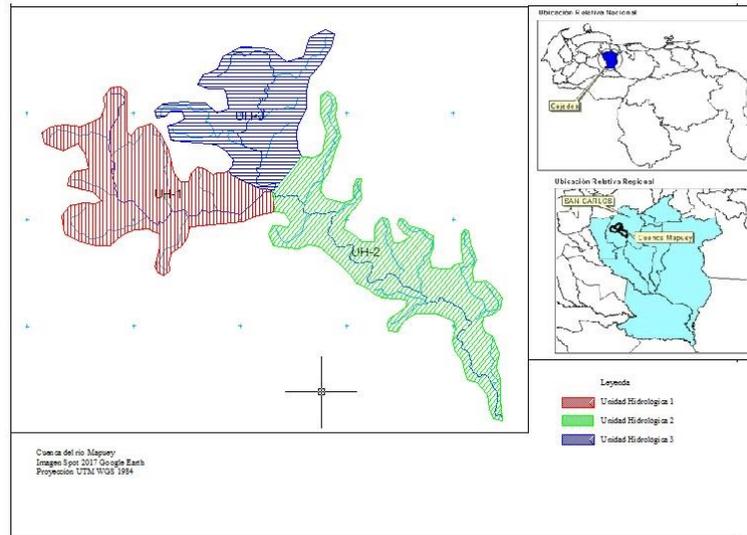
*Figura 1. Sub-división de la Cuenca del Río Mapuey en unidades hidrológicas (UH). Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro 2**

**Áreas y % de ocupación de las UH1-UH2 y UH-3.**

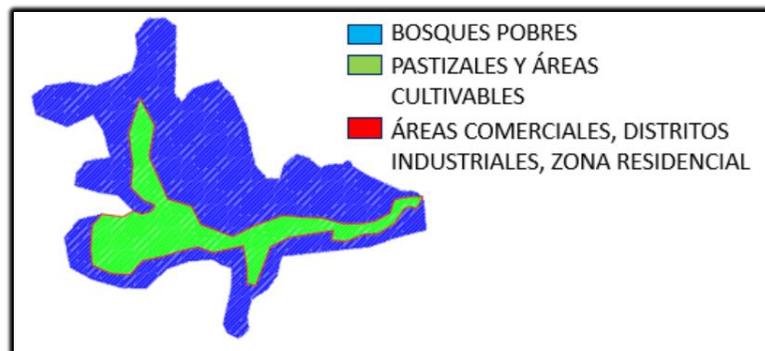
Unidad hidrológica	Área km2	% Ocupación
UH-1	23,92	35,28
UH-2	25,69	37,89
UH-3	18,20	26,83
Cuenca	67,81	100,00

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 2. Unidades hidrológicas de la Cuenca del Río Mapuey**

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 11. Cobertura vegetal en la unidad hidrológica UH-1 Fuente: Elaboración propia**

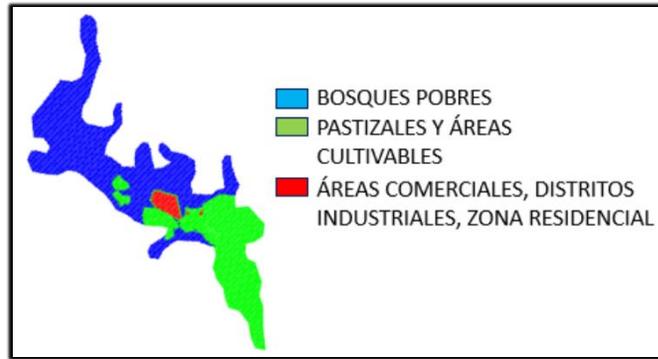


Figura 12. Cobertura vegetal en la unidad hidrológica UH-2 Fuente: Elaboración propia

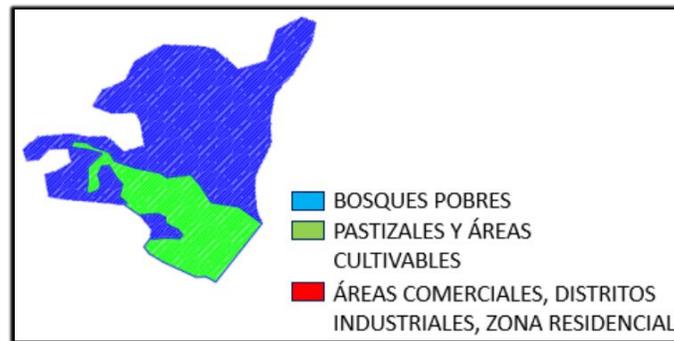


Figura 13. Cobertura vegetal en la unidad hidrológica UH-3 Fuente: Elaboración propia

### Determinación del Grupo Hidrológico de suelos

Para determinar el grupo hidrológico de los suelos de la cuenca del río Mapuey, se utilizó la información referente al mapa geológico obtenido en la fase 1, de donde se tiene:

Grupo Hidrológico UH1: Para la determinación del grupo hidrológico correspondiente a la UH1, según la información de la geología del sitio, esta unidad forma parte de la formación mamey, la cual presenta suelos en su gran parte de tipo calcáreos. Los suelos calcáreos tienen un alto potencial productivo cuando el agua y nutrientes se encuentran disponibles en cantidades adecuadas. Debido a estas características, es posible clasificar a la UH1 dentro del Grupo

Hidrológico B, el cual pertenece a suelos integrados por las Clases V y VI, las cuales incluyen tierras que por lo general no son adecuadas para cultivos intensivos, aunque lo serían para cultivos agronómicos permanentes, pastoreo y actividad forestal. Según la tabla los suelos pertenecientes al Grupo Hidrológico B poseen una escorrentía moderadamente baja, y con tasas de infiltración moderadas, cuando muy húmedas. Poseen una textura moderadamente fina a moderadamente gruesa, con un porcentaje entre 10 y 30% de arcilla.

Grupo Hidrológico UH2: De acuerdo a la información geológica de la cuenca del río Mapuey, los suelos de esta unidad hidrológica están formados según la formación Mucaria,

compuesta principalmente por lutitas silíceas de color gris oscuro, las cuales meteorizan con color marrón claro. Se encuentra ftanita gris claro en bandas delgadas y capas ocasionales de hasta 1 m de espesor, de un micro conglomerado calcáreo formado por fragmentos de rocas ígneas básicas, cuarzo y feldespatos. Estos suelos son porosos, impermeables, aunque mezclados con suelos calcáreos, lo cual les confiere texturas moderadamente gruesas. Debido a estas características, se pueden clasificar en el Grupo Hidrológico B, con moderado bajo potencial de escorrentía y con tasas de transmisión de agua moderadas.

Grupo Hidrológico UH3: En esta unidad hidrológica, las formaciones geológicas incluyen las formaciones Mamey y Mucaria, las cuales fueron descritas anteriormente dentro del Grupo Hidrológico B. Por esta razón, se le asigna a la UH3 el Grupo Hidrológico correspondiente a estas formaciones para objeto de esta investigación.

**Cuadro 16**  
**Valores de CN ponderado para el año 2017 de la cuenca del río Mapuey.**

UH	AÑO 2017	
	AREA (km2)	CN
UH-1	23,92	64,88
UH-2	25,69	64,89
UH-3	18,20	64,66
TOTAL	67,81	

**Fuente:** Elaboración propia

**CONCLUSIONES**

La caracterización físico natural de la cuenca, permitió obtener información base requerida

para la determinación del número de curva CN, con datos referentes a geología, geomorfología, precipitación, entre otros. Se utilizó como referencia información de la cuenca del río San Carlos y el Parque Nacional Tirgua, por ser las más cercanas al área de estudio y presentar características similares de clima, precipitación, fauna, evaporación, entre otros.

Debido a la falta de información de registros hidrométricos, se seleccionó el método número de curva CN para su aplicación en la cuenca del río mapuey. A partir de la determinación de este parámetro hidrológico, se pueden realizar investigaciones destinadas a modelos de simulación hidrológica, construcción de obras hidráulicas, entre otros.

Los resultados obtenidos en la estimación de la cobertura vegetal de las unidades hidrológicas del río Mapuey arrojaron que la vegetación predominante corresponde a Bosques, Bosques - combinación de hierbas. Este tipo de vegetación juega un papel fundamental en la capacidad de escorrentía de las cuencas, donde las plantas tienen la capacidad de retener el agua producto de las precipitaciones, mejorar las capacidades del suelo, y frenar el efecto de la escorrentía, el cual puede ocasionar un arrastre erosivo de sedimentos, y en un mayor grado llegar a la desertificación.

Con los valores de número de curva CN generados, se puede aplicar fácilmente el método racional para el cálculo de caudal, a

partir del cual se pueden estimar los valores máximos y mínimos de caudal para eventos extremos.

### **Referencias Bibliográficas**

Barrera, J. (2000). Metodología de Investigación Holística (3<sup>a</sup>. Ed.). Caracas: Editorial SYPAL.

Carvajal, A y Fernández, T. (2017). Determinación del número de curva en la subcuenca de Betancì (Córdoba, Colombia) mediante la teledetección y SIG. En: Revista Ingeniería y Desarrollo de la Universidad del Norte Barranquilla (Nº.2, Vol. 35, p. 452-470).

Chow, T y Maidment, R. (1964). *Handbook of Applied Hydrology: A Compendium*. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Vías. (2009). Manual de Drenaje para Carreteras. Colombia.

Lobo, J y Kearney, M. (2013). Acumulación y dirección de la escorrentía superficial a través del método del Número de Curva (NC) y SIG en una vertiente urbana de la ciudad de Trujillo-Venezuela. En: Revista Geográfica Venezolana. (Nº.2, Vol. 54, p. 273-300).

Monsalve, G. (1995). Hidrología en la Ingeniería. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Palella, S. y Martins, F. (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. (3<sup>a</sup> ed.). Caracas, Venezuela: FEDEPUL.

Wilson, J y Gallant, J. (2000). Secondary topographic attributes, In: Terrain Analysis: Principles and Applications. Nueva York: Eds.