

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA DE ESCURRIMIENTO A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES SPOT 5 EN LOS LLANOS CENTRALES DE VENEZUELA*

Estimate of runoff curve number from spot 5 satellite images in the central plains of Venezuela

Franklin Paredes¹ y Rafael España²

RESUMEN

El Número de Curva (CN) es un parámetro hidrológico adimensional que depende del complejo hidrológico suelo-vegetación, la humedad antecedente del suelo, el uso y las prácticas de manejo. La distribución espacial de este parámetro se requiere en la modelación distribuida del proceso lluvia-escorrentía. En esta investigación se estima el CN ponderado de una microcuenca situada en el municipio Anzoátegui del estado Cojedes, a partir del tratamiento y análisis de una imagen satelital Spot 5.

Palabras clave: distribución espacial, modelación hidrológica, llanos centrales de Venezuela.

ABSTRACT

The Curve Number (CN) is a dimensionless parameter that depends on the hydrological complex soil-vegetation, antecedent soil moisture, use and management practices. The spatial distribution of this parameter is required in modeling distributed rainfall-runoff process. This research estimates the weighted CN of a microbasin located at the municipality Anzoátegui, Cojedes State, from the treatment and analysis of Spot 5 satellite imagery.

Key words: spatial distribution, hydrological modeling, central plains of Venezuela.

(*) Recibido: 14-07-2009

Acceptado: 25-04-2010

¹ Unellez, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. San Carlos, Cojedes, Venezuela. E-mail: franklinparedes75@gmail.com.

² Unellez, Vicerrectorado de Producción Agrícola, Programa Ciencias del Agro y del mar. Guanare, Portuguesa, Venezuela. E-mail: respana1@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los modelos numéricos de simulación hidrológica emplean el método SCS Curve Number, desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (NRCS), para estimar el exceso de precipitación (Pe). Este parámetro es una función de la altura de lámina de lluvia (P), la abstracción inicial (loss inicial, Ia) y el potencial de retención máxima (S).

El S, es una medida de la capacidad de la cuenca para retener la precipitación procedente de una tormenta. Cuando la lluvia acumulada excede la abstracción se inicia el exceso de precipitación, y en consecuencia, el escurrimiento (Pe). El NRCS a través de múltiples estudios de campo, relacionó S con las características de la cuenca, generando un parámetro adimensional al que denominó Número de Curva. Este varía de 30 a 100, y se relaciona con el uso de la tierra, el tratamiento o práctica de conservación, la condición hidrológica y el grupo hidrológico del suelo. La condición hidrológica es una variable difícil de estimar, pues depende del porcentaje de cobertura vegetal en la unidad hidrológica al momento de realizar la simulación.

En la mayoría de las zonas cultivadas, la cobertura vegetal cambiante dificulta la actualización de los mapas de cobertura vegetal. Por consiguiente, en estudios hidrológicos, se estiman erróneamente los gastos picos, ya que se selecciona inadecuadamente la condición hidrológica del suelo al momento de simular el sistema hidrológico de interés.

Dado el carácter multifactorial del CN, se han desarrollado varias técnicas basadas en el empleo de imágenes de satélite (Riccardi 2000; Medrano *et al.* 2006; Scuderi *et al.* 2008). En este artículo se describe un método para generar mapas de cobertura de suelo a partir de imágenes satelitales Spot 5. Estas imágenes tienen una resolución espacial de 10 x 10 m por píxel en las bandas espectrales del verde, rojo e infrarrojo cercano y 20 x 20 m en el infrarrojo medio. Las imágenes Spot 5 cuentan con cuatro bandas espectrales, la banda B1 (0,50-0,59 μm) que

abarca la zona del verde en el espectro electromagnético, la banda B2 (0,61-0,68 μm) que cubre la zona del rojo, la banda B3 (0,78-0,89 μm) cubre la zona del infrarrojo cercano y la banda B4 (1,58-1,75 μm) abarca la zona del infrarrojo medio.

El objetivo del trabajo fue estimar el Número de Curva de la microcuenca del caño Changuango, municipio Anzoátegui del estado Cojedes, utilizando una imagen Spot 5 multibanda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Unidad de estudio: microcuenca del Caño Changuango; coordenadas UTM 511451 a 520267 E, y 1055066 a 1063268 N (Datum WGS 1984, Zona 19 N). El cierre de la Unidad de Estudio se localiza en el punto 519375 E 1055344 N. Superficie drenada: 2698 ha. Situada en la zona rural del municipio Anzoátegui, estado Cojedes, Venezuela. Un 2,6 % tiene pendiente mayor al 1%. Alrededor del 50 % tiene elevaciones entre 115 y 122 msnm (Figura 1). Orientación predominante del drenaje superficial: NW-SE.

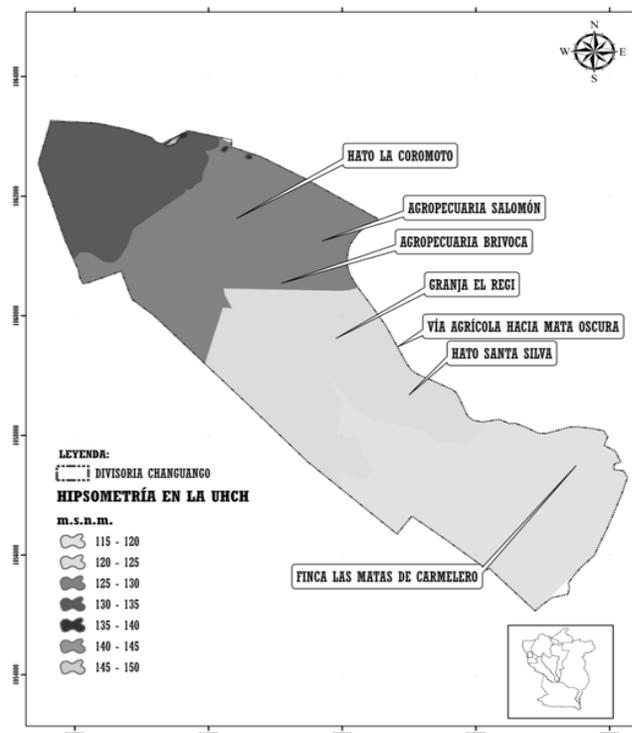


Figura 1. Clasificación hipsométrica de la microcuenca del Caño Changuango. municipio Anzoátegui, estado Cojedes, Venezuela.

A continuación se describen las fases del proyecto:

- Fase I. Trazado de la divisoria: se digitalizaron y vectorizaron las cartas: 6444 IV NE, 6444 IV NO y 6444 IV SE del Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional de Venezuela; escala 1:25000. Se trazó la divisoria, y se exportó como un archivo *.shp. En esta Fase se emplearon los software Autodesk Land Desktop 2008™ y Raster Design 2008™.
- Fase II. Clasificación supervisada de las coberturas: se procesó una imagen Spot 5 georeferenciada que cubre la unidad de estudio; K-J 655-331 (Path-Row), del 26 de diciembre del año 2008 (temporada seca), nivel de procesamiento 1A (Nivel 0 + corrección radiométrica), combinación de bandas espectrales: B1-B2-B3. Se empleó el software Erdas Imagine 8.5™ y se tomó como patrón la divisoria en formato *.shp, se creó un archivo AOI. Seguido, se empleó el archivo AOI para crear un subconjunto de la imagen Spot 5; en lo sucesivo se denominó, Imagen de Corte. Luego, se definieron seis firmas espectrales en la Imagen de Corte (suelo bajo riego, zonas boscosas, cultivos varios, herbazales y matorrales, suelo desnudo o intervenido y zona urbanizada). Se evaluó la calidad de las firmas espectrales utilizando puntos de control tomados en el campo con un GPS Garmin 76CSx, por último, se efectuó la clasificación supervisada. La imagen generada se guardó como un archivo *.img; en lo sucesivo se denominó Imagen Clasificada.
- Fase III. Estimación del Número de Curva en la unidad de estudio: se empleó el software ArcMap 9.2™ y la Imagen Clasificada para categorizar por medio de colores representativos las coberturas establecidas en la Fase II (Figura 2). Seguido, se asignó un Número de Curva y se calculó el área ocupada por cada categoría, en función del uso de la tierra, tratamiento o práctica de conservación, condición hidrológica y grupo hidrológico

del suelo. El CN ponderado se calculó como sigue:

$$CN = \frac{\sum_{i=1}^n CN_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Donde: CN es el Número de Curva ponderado en la unidad de estudio, CN_i es el número de curva asignado a la categoría i, A_i es el área ocupada por la categoría i expresada en km².

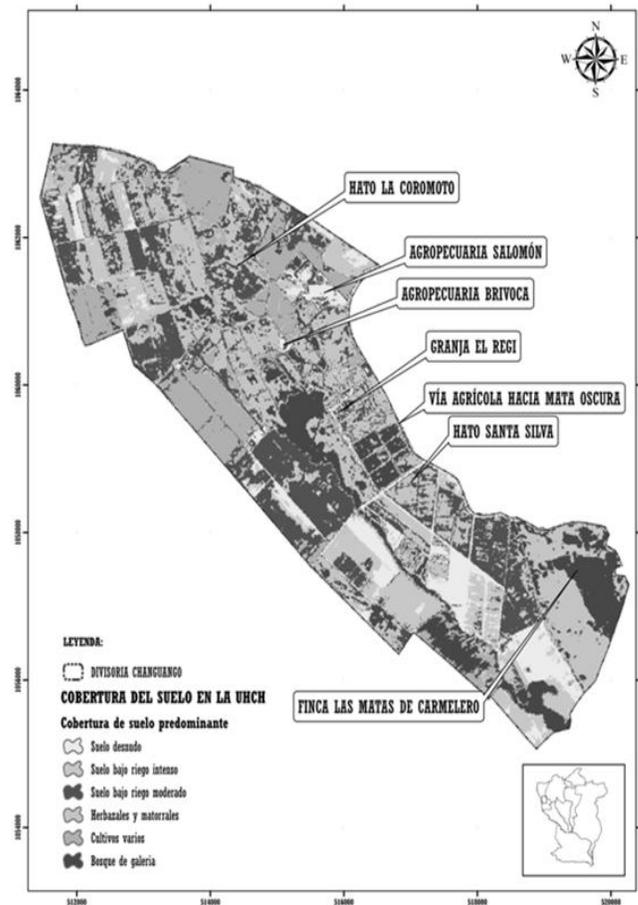


Figura 2. Imagen clasificada según tipos de cobertura y uso de la tierra en la microcuenca del Caño Changuango, municipio Anzoátegui, estado Cojedes, Venezuela. Fecha: 26 de diciembre del año 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que la microcuenca del Caño Changuango, el 26 de diciembre del año 2008, tuvo un CN ponderado igual a 39,34. El porcentaje de cobertura vegetal fue 52,52%; distribuido en 26,26% herbazales y matorrales, 12,55% cultivos varios y 13,62% zonas boscosas. El área urbanizada, formada por pequeños

conglomerados de casas, alcanzó 0,03%. El método vincula ciertos cultivos bajo riego con la categoría bosques de galería; probablemente, tal situación se deba a la similitud de la señal espectral de ambas coberturas en la combinación de banda empleada. El resto de las coberturas son clasificadas adecuadamente.

Dado que el análisis de coberturas y uso del suelo se realizó durante la época seca (condición de humedad antecedente seca, CHAI), la corrección del CN ponderado a una condición húmeda eleva su valor a 78,03 (condición de humedad antecedente húmeda, CHAII); éste último se presentará durante la ocurrencia de una o varias tormentas que saturan el suelo.

La estimación del CN empleando imágenes satelitales Spot 5 genera mapas temáticos con una resolución de pixelado de 10 x 10 m (Figura 2), en consecuencia, el CN ponderado así obtenido resulta una buena aproximación de este parámetro (Stenta *et al.* 2008). La presencia de nubes bloquea la visualización del terreno.

CONCLUSIONES

La metodología descrita demuestra la versatilidad de las imágenes satelitales Spot 5 en la estimación del Número de Curva. La alta resolución espacial de estas imágenes se traduce en una mejor evaluación de las condiciones hidrológicas del suelo, lo que contribuye a elevar la precisión de los modelos de simulación hidrológica que usan este método en el cálculo del escurrimiento.

Se recomienda emplear esta metodología en microcuencas que carecen de registros hidrométricos, y en unidades hidrográficas donde se desee tomar decisiones para el control de avenidas y prevención de inundaciones.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Laboratorio de Procesamiento Avanzado de Imágenes de Satélites del Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias de Venezuela.

REFERENCIAS

- Medrano, M., Castro, A. y Cuevas, A. 2006. Cálculo del número de curva de escurrimiento mediante aplicación de técnicas de evaluación multicriterio en un entorno SIG. Memorias del XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guayana, Venezuela. pp. 190-191.
- Riccardi, G. 2000. Un sistema de modelación hidrológica-hidráulica Cuasi 2D multicapa para ambientes rurales y urbanos. Memoria del XIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Córdoba, Argentina. pp. 159-168.
- Scuderi, C., Stenta, H., Riccardi, G., Zimmermann, E., Basile, P., García, M. y Rentería, J. 2008. Elaboración de mapas de CN e influencia de la agregación espacial mediante modelación matemática distribuida. Memoria del XXIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Cartagena de Indias, Colombia. pp. 59-60.
- Stenta, H., Riccardi, G. y Basile, P. 2008. Similitud hidrológica en el escurrimiento superficial en cuencas rurales mediante modelación matemática distribuida. Memoria de XXIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Cartagena de Indias, Colombia. pp. 81-82.