

# ESCALAMIENTO DE PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SUELO EN EL RÉGIMEN DE CRECIDAS A ESCALA DE CUENCA.

## APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO COMBEIMA (SURAMÉRICA)

### RESUMEN

Se ha reconocido la importancia de conocer el efecto de los cambios de usos del suelo sobre el régimen de caudales en cuencas hidrográficas. En este sentido, se han desarrollado investigaciones para evaluar dicho efecto desde diferentes enfoques como el análisis no estacionario, la simulación hidrológica y la observación de cuencas pareadas, entre otros. De manera que esta investigación contribuye a describir el efecto de cambios de uso del suelo sobre la respuesta hidrológica de las cuencas, considerando la variación propiedades hidráulicas de los suelos, las cuales se relacionan con el tipo de suelo y cobertura vegetal. Esta investigación se desarrolló en la cuenca del río Combeima en Colombia-Suramérica, donde a partir de la modelación hidrológica distribuida, se describe el efecto de cambios históricos de usos del suelo como bosques, cultivos y pastizales, sobre la magnitud de los caudales máximos y volúmenes medios anuales de escorrentía. Para el desarrollo de este análisis, se relacionaron los cambios en el uso del suelo con las propiedades hidráulicas del suelo, específicamente, el contenido de agua en el suelo en zona de raíces o almacenamiento estático  $H_u$  y la conductividad hidráulica saturada  $K_s$ . La variación de los valores de  $H_u$  y  $K_s$  relacionados con cada uso del suelo, condujo a cuantificar el efecto de los cambios en las coberturas vegetales sobre los caudales pico en el régimen de crecidas del río Combeima. Los resultados obtenidos, sugieren que valores bajos de  $H_u$  y  $K_s$ , se asocian con coberturas como pastos, las cuales se caracterizan por presentar infiltraciones bajas, mientras que altos valores de  $H_u$  y  $K_s$ , se relacionan con los bosques. Así mismo, se identifica que la disminución de la capacidad de infiltración en la cuenca produce incrementos en la magnitud de los caudales pico, y el aumento de la capacidad de infiltración y retención de agua en el suelo contribuye a la atenuación de los caudales máximos.

Por otra parte, se ha demostrado que los cambios en el uso del suelo, son una fuente de no estacionariedad en las series de caudales y puede ser identificada mediante los cambios, positivos

o negativos, en la tendencia de las series temporales. Esta tesis se enfocó en probar la hipótesis de la aplicación de estimación conjunta de la teoría de escala, demostrando que las propiedades de invarianza de las propiedades hidráulicas del suelo, están relacionadas con el régimen de crecidas y volúmenes medios anuales de escorrentía. El análisis se centró principalmente en dos parámetros: el almacenamiento estático  $Hu$  y la conductividad hidráulica saturada  $Ks$ . En este contexto, esta investigación no se desarrolló en torno a explicar el problema de la no estacionariedad, sino que propone introducir las propiedades de escalabilidad de las propiedades hidráulicas del suelo para predecir caudales como respuesta hidrológica en escenarios de cambios de uso del suelo. Para lograrlo, fue necesario plantear escenarios de variación espacial de los usos del suelo en relación con las propiedades hidráulicas, para evaluar su efecto sobre las propiedades de escalabilidad de los parámetros  $Hu$  y  $Ks$  en relación con los caudales máximos. Así mismo, se realizaron pruebas en donde se consideró la distribución espacial homogénea de la lluvia, para evaluar sus potenciales efectos sobre la escalabilidad de las propiedades hidráulicas del suelo en el régimen de crecidas.

Así mismo, se evaluaron las propiedades de invarianza en escala, de los parámetros de las funciones de distribución de probabilidad: GEV y Gumbel, en escenarios de cambios de uso del suelo, considerando la relación entre los parámetros  $Hu$  y  $Ks$ , y la magnitud de los cuantiles de crecidas. Adicionalmente, se realizó un análisis similar para el régimen de volúmenes anuales medios de escorrentía, mediante la aplicación de la función LogNormal.

El efecto de los cambios de uso del suelo sobre la no estacionariedad de las series de caudales en la cuenca del Combeima se evaluó mediante un análisis no estacionario lineal y no lineal, cuyos resultados permitieron identificar la conveniencia de introducir la hipótesis de no estacionariedad en el análisis de frecuencia de caudales máximos.

Los resultados obtenidos, indican que la incorporación de la teoría fractal en la relación entre las propiedades hidráulicas del suelo y el comportamiento de los caudales en cuencas hidrográficas, tiene potenciales aplicaciones prácticas en la ingeniería y la planificación de cuencas, dada su sencillez, ya que se expresa como una relación de potencia, útil para realizar estimaciones de los efectos de los cambios en los usos del suelo sobre el régimen de caudales.