



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** Atribución no comercial.

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2019

**TÍTULO:** Modelación hidrológica a la cuenca el Hato (Cundinamarca) comparando los diferentes resultados de pérdidas por infiltración utilizando la herramienta computacional HEC-HMS.

**AUTOR (ES):** Ramírez López, Pedro Alejandro y Velasco Mateus, Karen Dahyana

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):** Pulgarín Montoya, Diego Alejandro

**MODALIDAD:** Trabajo de investigación

**PÁGINAS:**  **TABLAS:**  **CUADROS:**  **FIGURAS:**  **ANEXOS:**

**CONTENIDO:**

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO
2. MARCO DE REFERENCIA
3. METODOLOGÍA
4. RESULTADOS
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
6. CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS



**DESCRIPCIÓN:** En el presente trabajo se realizó una modelación hidrológica con tres tipos de modelos de pérdida con el programa HEC-HMS donde se simuló eventos de lluvia y caudal en un intervalo de tiempo para la cuenca el Hato ubicada en el departamento de Cundinamarca, con el fin de obtener como resultado las pérdidas por infiltración, flujo base y escorrentía que se presentan en la cuenca.

**METODOLOGÍA:** El proyecto consta inicialmente de una recolección de datos de la zona de estudio y posteriormente un manejo de software especializados para analizar determinados eventos meteorológicos naturales con el fin de obtener un resultado de acuerdo a los objetivos específicos; para ello se realizó una metodología por fases con la finalidad de cumplir ordenadamente los objetivos y poder comparar los resultados finales de pérdidas por infiltración.

**PALABRAS CLAVE:** HIDROLOGIA, MODELAMIENTO HIDROLOGICO, CUENCA, LLUVIA, ESCORRENTIA, HUMEDAD DEL SUELO, PRECIPITACION, HEC-HMS, ARCGIS, MORFOLOGIA Y FISIOGRAFIA DE UNA CUENCA, CURVA IDF, HIETOGRAMA, CAUDAL, TORMENTA, MODELO METEOROLOGICO, SCS CURVA NUMBER, SOIL MOISTURE ACCOUNTING, INITIAL AND CONSTANT, PERDIDAS POR INFILTRACION.

### **CONCLUSIONES:**

La aplicación del software ArcGIS es una herramienta de vital importancia ya que con ella se obtuvo la mayoría de resultados respecto a la caracterización física y ambiental de la cuenca el Hato, basados en los datos cartográficos y topográficos, a partir de este análisis surge una consideración que clasifica sus parámetros en una estructura física y territorial con el fin de definir sus recursos naturales y limitaciones como se evidenció en el presente trabajo, gracias a este proceso de caracterización se obtuvieron datos de entrada para realizar la modelación hidrológica para fines del comportamiento en cuanto a estaciones meteorológicas en la zona.

Con base a la información meteorológica e hidrológica suministrada por la CAR, se realizó los correspondientes diseños de tormenta y curvas IDF con un periodo de retorno de cada 100 años para cada una de las estaciones meteorológicas, con el fin de obtener aguaceros puntuales de 6 horas en intervalos de tiempo de cada 10 minutos y reflejar este resultado en hietogramas de precipitación.



Los resultados obtenidos en la aplicación de los modelos de pérdidas por infiltración incorporados en el software HEC-HMS realizan un enfoque hidrológico respecto a la cuenca el Hato donde se deduce en el comportamiento de las estaciones meteorológicas transformadas en hietogramas de precipitación para el comportamiento y evaluación de la misma y así determinando la capacidad que tiene el suelo de retener y almacenar agua que conforman la cuenca en tiempos de lluvia. En este aspecto los modelos curver number y initial loss and constant ayudan a evaluar la efectividad de almacenamiento sobre los suelos limo arcilloso y arenosos respecto al análisis morfológico y fisiográfico, considerando a su vez que estos suelos tienen bajas tasas de capacidad de infiltración y generando tasas altas de escorrentía en periodos de lluvias intensas.

Las modelaciones hidrológicas tienen una alta estimación en el factor hidrológico e hídrico, donde permite ser un gran apoyo para el análisis y evaluación de los cambios naturales o producidos por acciones del hombre.

#### **FUENTES:**

Imperial College London. (n.d.). from <https://www.imperial.ac.uk/>

Ocampo, O., de, J. V.-R. I. U., & 2014, undefined. (n.d.). Análisis comparativo de modelos hidrológicos de simulación continua en cuencas de alta montaña: caso del Río Chinchiná. *Revistas.Udem.Edu.Co.*

MORENO, P. J. B., CAICEDO, S. E. R., ESCOBAR, C. D. C., & HÍDRICOS, P. D. E. E. E. N. R. (n.d.). *ESTUDIO HIDROLOGICO Y DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL EMBALSE EL HATO COMO ALTERNATIVA DE CAPTACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE UBATE.*

Wagener, T., McIntyre, N., Lees, M. J., Wheeler, H. S., & Gupta, H. V. (2003). Towards reduced uncertainty in conceptual rainfall-runoff modelling: dynamic identifiability analysis. *Hydrological Processes*, 17(2), 455–476.

Wagener, T., Boyle, D. P., Lees, M. J., Wheeler, H. S., Gupta, H. V., & Sorooshian, S. (2001). A framework for development and application of hydrological models. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5(1), 13–26.



- Wagener, T., & Kollat, J. (2007). Numerical and visual evaluation of hydrological and environmental models using the Monte Carlo analysis toolbox. *Environmental Modelling & Software*, 22(7), 1021–1033.
- Wheater, H., Sorooshian, S., & Sharma, K. D. (Kapil D. (2008). *Hydrological modelling in arid and semi-arid areas*. Cambridge University Press.
- Wagener, T., Lees, M., large, H. W.-M. models of, & 2001, undefined. (n.d.). A toolkit for the development and application of parsimonious hydrological models. *Engr.Psu.Edu*. Retrieved from
- Deckers, D. L. E. H., Booij, M. J., Rientjes, T. H. M., & Krol, M. S. (2010). Catchment Variability and Parameter Estimation in Multi-Objective Regionalisation of a Rainfall–Runoff Model. *Water Resources Management*, 24(14), 3961–3985.
- Vargas-Castañeda, G., Ibáñez-Castillo, L. A., & Arteaga-Ramírez, R. (2015). Development, classification and trends in rainfall-runoff modeling. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 7(1), 5–21.
- Ecología Efraín, P., Domínguez Calle, E., Rivera, H., Vanegas Sarmiento, R., Moreno, P., Domínguez Calle, R., & Vanegas, R. (2008). ... DEMANDA-OFFERTA DE AGUA Y EL ÍNDICE DE ESCASEZ DE AGUA COMO HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO COLOMBIANO. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 32, 195–212.
- Moreno, P. B., & Caicedo, S. R. (2017). *Estudio hidrológico y diagnóstico ambiental de la cuenca del Embalse el Hato como alternativa de captación del sistema de acueducto del municipio de Ubate*.
- Sánchez, A. G., ... O. C. D.-I. U., & 2016, undefined. (n.d.). Techniques and Technologies for Countrymen, Case Study: Coca-Coffee Growers in Miranda (Cauca, Colombia). *Scielo.Org.Co*.
- Méndez, W., Gil, H., ... S. R.-... de G. R., & 2015, undefined. (n.d.). Caracterización hidroclimatológica y morfométrica de la cuenca del río San Julián (estado Vargas, Venezuela): aportes para la evaluación de la amenaza. *Dialnet.Unirioja.Es*.



Parámetros del método Soil Moisture Accounting (SMA) en HEC-HMS —  
gidahatari. (n.d.).

Infiltración del agua - Ciclo hidrológico (del agua). (n.d.). from  
[https://www.ciclohidrologico.com/infiltracin\\_del\\_agua](https://www.ciclohidrologico.com/infiltracin_del_agua)

SOKOLOV, A. (1981). *Métodos de cálculo del balance hídrico guía internacional de investigación y métodos.*

Ortega, E. M. (2014). *Modelación hidrológica de la cuenca alta del rio Atrato mediante HEC-HMS, para la determinación de caudales máximos.*

Gómez Elorza, Á. J. (n.d.). *Herramientas de modelación y monitoreo para la hidrología de Alta Montaña Colombiana-Cuenca de la Quebrada Calostros–PNN Chingaza.* Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Leeder, M. (2001). B URBANK, DW & A NDERSON, RS 2000. Tectonic Geomorphology. x+ 274 pp. Oxford: Blackwell Science. Price£ 52.50 (paperback). ISBN 0 632 04386 5. *Geological Magazine*, 138(5), 619–630.

Mier, R., & Mesias, M. (2018). *Análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de la cuenca del Río Tahuando y proyección de cambios al año 2031, en el cantón Ibarra, provincia de.*

Gonzalez, L. M., & Ortiz, J. P. (n.d.). del aporte de sedimentos al embalse de “El Hato” en el municipio de Carmen de Carupa-Cundinamarca, a través de la ecuación universal de pérdida de suelo. *Repository.Usta.Edu.Co.*

Viessman, W., & Lewis, G. L. (2012). *Introduction to hydrology.*

Montalve Sáenz, G. (1999). *Hidrología en la ingeniería.*

Linsley, R. K., Kohler, M. A., & Paulhus, J. L. H. (1977). *Hidrología para ingenieros.*

Martines, E., metrología, L. L.-S. de, & 2010, undefined. (n.d.). Análisis y aplicación de las expresiones del contenido de humedad en sólidos. *Academia.Edu.*



Inicio | CAR. (n.d.). Retrieved 2019, from <https://www.car.gov.co/>

IDEAM - IDEAM. (n.d.). Retrieved 2019, from <http://www.ideam.gov.co/>

Agud, R. (2011). *Nuevos Modelos de Probabilidad de la Precipitación: Aplicación E España, Y en Particular, Al País Vasco.*

Alfaomega, G. M. S.-, Colombia, undefined, & 1999, undefined. (n.d.). Hidrología en la Ingeniería. *Dspace.Ucbucz.Edu.Bo.*

Chow, V. (1994). *Hidrología Aplicada. Santafé de Bogotá, Colombia: Mc-Graw Gill.*

Rubio, R., Mora, D., ... R. J.-M. D., & 2017, undefined. (n.d.). Estimación de las pérdidas de la precipitación en una cuenca hidrográfica urbana de la Ciudad de Cuenca. *Academia.Edu.*

Alonso Nore, F. L., Diaz Arias, U. A., & Guacaneme Prieto, D. F. (2017). *Estimación de caudales máximos para el sector hidrológico de la quebrada El Diamante, mediante modelación con HEC-HMS.*

Salinas Talero, A. C. (2017). *Modelación hidrológica del río San Francisco en la cuenca abastecedora al embalse el Sisga en el municipio de Chocontá, Cundinamarca.*

Ortega, E. M. (2014). *Modelación hidrológica de la cuenca alta del rio Atrato mediante HEC-HMS, para la determinación de caudales máximos.*

Gómez, E. U., ... P. U. E. en el M., & 2002, undefined. (n.d.). Módulo: Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua. *Bases.Bireme.Br.*

Bermeo Artunduaga, S. A., León Hernández, A. R., & López López, H. E. (n.d.). *Estimación de los caudales máximos y caracterización morfométrica de la microcuenca del cauce en el sector hidrodependiente del municipio de San Francisco – Cundinamarca.*

Martínez Wilches, S. M., Pérez Molano, O. G., & Vargas Camargo, M. L. (n.d.). *Modelación hidrológica de La Microcuenca del Río Bosque, sector Sisa, Municipio de Úmbita, Departamento de Boyacá.*



- Vásquez Rangel, C. A., Herrera López, D. M., & Gutiérrez Rey, Y. P. (n.d.). *Caracterización morfométrica de la cuenca de la quebrada Tatamaco del municipio Villavieja del departamento del Huila mediante el uso de la herramienta HEC-GEOHMS.*
- Becerra Vargas, O. R., & Quiroga Garzón, D. M. (n.d.). *Estudio hidrológico de la cuenca del río Chipalo.*
- Cala Amado, R. E., & Grillo González, J. C. (n.d.). *Determinación del impacto del proceso urbanizador sobre la respuesta hidrológica de la subcuenca del Canal Salitre mediante el método de curva número.*
- Rodríguez Torres, S. M., & García Rojas, L. J. (n.d.). *Modelación de la capacidad máxima de asimilación de contaminantes de la Quebrada Chaguaní por vertimientos de aguas de una estación de servicio en Silvania Cundinamarca.*
- Barroso, P. (2016). *Improved rainfall-runoff approach using lumped and conceptual modelling.*
- Balarezo, J. C. (2017). *Evaluación del modelo HEC-HMS para la simulación hidrológica de una cuenca de páramo.*
- López, Y. R., Técnicas, N. M. de L.-R. C., & 2010, undefined. (n.d.). *Metodología para la simulación hidrológica de eventos extremos máximos en ausencia de datos hidrométricos a escala horaria.*
- Cadena, C. B., & Martínez, J. P. (n.d.). *Aplicación del Modelo de Simulación Hidrológica e Hidráulica HEC-HMS y HEC-RAS para la estimación de manchas de inundación a una escala 1: 25.000 en la. Repository.Usta.Edu.Co.*
- Francisco Javier Sánchez San Román. (n.d.). *Hidrología e Hidrogeología.* from Departamento de Geología. Universidad de Salamanca (España)
- Hydrologic Engineering Center Home Page. (n.d.).
- Aguirre, N. (2007). *Manual para el manejo sustentable de cuencas hidrográficas. Universidad Nacional de Loja.*



Rojas, P. (2015). ¿Qué es una curva hipsométrica? Recuperado a partir de <https://www.ingeciv.com/que-es-una-curva-hipsometrica/>

### **LISTA DE ANEXOS:**

- A. 1. Cuenca del río El Hato
- A. 2. Calculo de influencia de las estaciones en las subcuencas
- A. 3. Causas principales que compone la cuenca el hato
- A. 4. Áreas y subcuencas de la cuenca el hato
- A. 5. Tabla SCS para el cálculo del número de curva
- A. 6. Dato de estaciones meteorológicas
- A. 7. Cálculos para curva hipsométrica
- A. 8. Histograma de frecuencias
- A. 9. Presentación de sustentación del proyecto de grado