

**FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACION
EN RECURSOS HIDRICOS
BOGOTÁ D.C.**

AÑO DE ELABORACIÓN: 2016

TÍTULO: MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO BACHÉ EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA DESDE LA HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS.

AUTOR (ES):

CRUZ PADILLA, Johana, LOSADA PALACIOS, Lindon y MONCAYO CALDERON, Oscar Javier.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

VALERO FANDIÑO, Jorge Alberto.

MODALIDAD:

PÁGINAS: 58 **TABLAS:** 6 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 21 **ANEXOS:** 0

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN
1 GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO
2 MARCOS DE REFERENCIA
3 METODOLOGÍA
4 RESULTADOS
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
BIBLIOGRAFÍA

PALABRAS CLAVES:

MODELACIÓN HIDROLÓGICA, CUENCA RIO BACHÉ, WEAP, OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA, SANTA MARÍA.

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo propone la modelación hidrológica como herramienta en los procesos de planificación de cuencas, analizando el comportamiento actual de una cuenca y la generación de distintos escenarios de uso que permitan determinar la oferta y la demanda hídrica basada en el análisis de parámetros hidrológicos como precipitación, evapotranspiración, usos del suelo, brillo solar, entre otros.

Mediante la utilización de la herramienta WEAP y la generación de escenarios para el crecimiento de la población del municipio de Santa María localizado en el departamento de Huila, y el cambio en las coberturas de la cuenca, se pudieron obtener resultados que pueden soportar la toma de decisiones sobre la administración y la planificación del recurso hídrico y la ordenación del territorio.

METODOLOGÍA:

En este ejercicio académico se muestran los resultados de la modelación hidrológica de la cuenca del río Baché, llevada a cabo mediante la utilización de la herramienta WEAP, por sus siglas en inglés, (Water Evaluation And Planning system), la cual está enfocada a la planificación de recursos hídricos, con el objeto de determinar el comportamiento de la oferta hídrica de la cuenca para diferentes escenarios de crecimiento poblacional y cambio de cobertura en el municipio de Santa María localizado en el Departamento del Huila.

Para realizar la modelación hidrológica se llevaron a cabo las siguientes etapas; se establecieron los límites espaciales del área de estudio, se realizó la recolección de información climatológica, cartográfica, demográfica, potenciales beneficiarios entre otros, se construyó el esquema, entrada de datos y se realizaron los ajustes para lograr representar los caudales medidos a la salida de la cuenca con el modelo lo que se conoce como calibración y por último se generaron los escenarios de cambio en población y en áreas de cultivos.

Se modelaron en total 18 corrientes tributarias directas e indirectas al cauce principal del Río Bache, teniendo en cuenta un único punto de monitoreo de caudal ubicado en la salida de la cuenca. Como resultado del presente trabajo, se

pudo obtener información relevante que mostró los impactos de la oferta y la demanda de agua para cada uno de los escenarios propuestos en el área de estudio de la cuenca del río Baché en el departamento del Huila.

CONCLUSIONES:

La modelación hidrológica del río Baché, en el departamento del Huila, mediante el uso de la herramienta de planificación integrada de recursos hídricos WEAP, aporta el conocimiento de la oferta hídrica bajo escenarios de cambios de uso y crecimiento poblacional de la zona y mejora el apoyo a la toma de decisiones, especialmente en instrumentos de planeación regional e integral del recurso hídrico.

En términos generales el comportamiento de la oferta hídrica de la Cuenca del río Baché disminuye tanto para el escenario de crecimiento poblacional como para uso agrícola del municipio de Santa María en el departamento del Huila, en 50.4% y 30.9% respectivamente, en este sentido se da alcance al propósito de conocer en qué medida se modifican las condiciones actuales con respecto a la disponibilidad hídrica dentro la cuenca.

Según expedientes de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, la concesión de la captación para el Acueducto del Municipio de Santa María es de 7.0 lps y proyectado al año 2050 un caudal de 13.04 lps, y de acuerdo con los resultados de la modelación (tabla 6) el valor del caudal actual es 8.84 lps y el proyectado promedio de 14.56 lps, lo que indica que la herramienta WEAP reproduce en buena medida las demandas de la cuenca del Río Bache.

Con el modelo de la cuenca del Río Bache se representa las capacidades de la plataforma de manejo integral de recursos hídricos WEAP, como aplicación específica puede ayudar a entender las dinámicas de un sistema complejo e interconectado como una cuenca y brinda nociones de operación junto con la implementación de incertidumbres en escenarios a modelar para determinar la respuesta a cambios potenciales.

El software de modelación de recursos hídricos WEAP es una herramienta de gran utilidad como apoyo a las Autoridades Ambientales, tomadores de decisión, proveedores y usuarios del recurso hídrico puesto que brinda la posibilidad en el desarrollo de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático brindando orientación en tareas de planificación y gestión del recurso hídrico.

Se recomienda actualizar el presente estudio y establecer un seguimiento del cambio de coberturas por medio de imágenes satelitales, con el fin de enriquecer la información histórica, y así poder establecer una tendencia clara en cambio y uso del suelo. Para evaluar la expansión urbana y el crecimiento demográfico, se debe validar la información a medida que pase el tiempo, teniendo en cuenta que la ecuación de crecimiento poblacional pierde representatividad de acuerdo a los cambios demográficos presentados.

FUENTES:

ACOSTA, R., ARAGÓN, C., LLANOS, & MADERO, E. (1997). *Cartografía Ultra-detallada de suelos y evaluación de tierras*. Palmira: Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia (CEUNP) Sede Palmira.

ALCALDIA DE AIPE. (Febrero de 2016). Recuperado el Febrero de 2016, de <http://www.aipe-huila.gov.co/apc-aa-files/38313564323035323263633238653935/formulacion-del-plan-de-ordenamiento-de-aipe-y-bache.pdf>

ALLEN R.G.; PEREIRA L.S.; RAES D.; SMITH M.,. (Febrero de 2016). *Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Cuadernos de riego y drenaje n. 56*. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>

Angarita, H. (2014). *METODOLOGÍA PARA INCLUIR VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MODELO WEAP DE LA MACRO CUENCA DEL MAGDALENA Y RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES*. Bogotá.

APARICIO M, F. J. (1987). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Bogotá: Limusa Noriega Editores.

BANCO MUNDIAL. (2010). Recuperado el Febrero de 2016, de <http://datos.bancomundial.org/indicador/ER.H2O.FWAG.ZS>

Borden, C., Gaur, A., & Chabungbam R., S. (Marzo de 2016). Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/279391467995445292/pdf/106396-WP-PUBLIC-WRS-SAWI-reportjune8.pdf>

C. IDEAM, PNUD, MADS, DNP. (2010). *Escenarios de cambio climático para precipitación y temperatura para Colombia 2011-2100*. Bogotá: ISBN 978-958-8902-56-2.

CAM – FUNDISPROS (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, Fundación Desarrollo de las Ingenierías y Ciencias de Salud para la Proyección Social). (2009). *Revisión y actualización de la reglamentación para la corriente Río Aipe, Municipio de Aipe – Huila. Informe Final*. Neiva.

CAM – SINA (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, Sistema Nacional Ambiental), (convenio),. (2005). *Revisión de la reglamentación y conformación del sistema de administración del recurso hídrico, corriente Río Frio, Municipio de Rivera Departamento del Huila. Informe Final 2005*. . Neiva.

CAM – USCO (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, Universidad Surcolombiana), (Convenio),. (2007). *Revisión de la reglamentación e implementación sistema de administración del recurso hídrico, -SILARH-, corriente Río Neiva, Municipio de Campoalegre, Departamento del Huila. Informe Final .* Neiva.

CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena). (1998). *Zonificación de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Zona Norte del Departamento del Huila por Subcuencas.* Neiva.

CAMACHO, C. (2010). *Uso de aguas residuales una alternativa de sostenibilidad. En: Latinoamérica sostenible. Vol. 01, No. 02.*

CANO, G. (1967). *Fundamentos de Hidrología.* Medellín: Universidad Nacional, Facultad de Minas, .

Chile, C. d.-U. (2009). *Guía.* Santiago de Chile: Centro de Cambio Global- Universidad Católica de Chile.

CHOW, V. T. (1994). *Hidrología Aplicada.* Bogotá: McGraw-Hill.

CORCHO R, F. H., & DUQUE, J. I. (1993). *Acueductos: teoría y diseño.* Medellín: Universidad de Medellín.

CUSGÜEN CASTRO, L. F. (2013). Evaluación del posible efecto de escenarios de cambio climático en la calidad del agua de la cuenca Ubaté - Suarez. Bogotá: Tesis (Magister Ingeniería Ambiental).

DOMINGUEZ CALLE, E. A. (2013). *Notas de Clase Modelacion Matematica. Una Introducion al Metodo*. <www.mathmodelling.org>.

Escobar, H. (1986). *Hidrologia Basica I*. Cali: Universidad del valle.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (Febrero de 2000). *Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia, experiencias en América Latina. Santiago, Chile*. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (Febrero de 2010). Obtenido de http://www.fao.org/nr/water/topics_irrigation.html

Flores Lopez, F. (2013). *Documentacion Técnica del Modelo WEAP para el Alto Magdalena Version Beta*.

Forero Yañez, J. H. (2013). *Formulación Del Plan De Ordenamiento Y Manejo Ambiental De La Cuenca Hidrográfica De Los Ríos Aipe y Bache Del Municipio De Aipe – Huila*.

FRANQUET, B. J. (2009). *El caudal mínimo medioambiental del tramo inferior del Río Ebro. Tortosa, España.* Obtenido de <http://www.eumed.net/libros/2009b/564/564.zip>

Gobernación del Huila. (10 de Octubre de 2016). *Conoce el Huila.* Obtenido de <http://www.huila.gov.co/conoce-el-huila/informacion-del-departamento.html>

Gobernación del Huila; CAM; USAID. (2014). *Huila_2050-
_Plan_de_Cambio_Climatico.* Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/nodo_centro_andino/Huila_2050-_Plan_de_Cambio_Climatico_2x1.pdf

GODINO, M. (2010). *Las cuencas hidrográficas en el uso del agua. Memorias Primer Seminario Uso Racional del Agua en Proyectos de Irrigación -USRA.* Neiva.

HENAO S., J. E. (1988). *Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas.* Bogotá: Universidad Santo Tomás de Aquino.

INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPACIALES – ICDE. (s.f.). *CONCEPTOS Y LINEAMIENTOS Versión 2.3.* Bogotá: Grupo Institucional ICDE .

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. IDEAM. (2016). *Registros de estaciones meteorológicas e hidrológicas.* Neiva.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. IDEAM.
(2014). *Estudio Nacional del Agua ENA*. Bogotá: ISBN 978-958-8067-70-4.

Jaramillo, M., Escobar, M., & Figueroa, C. (2014). *Implementación del modelo WEAP para el estudio de la calidad del agua en la cuenca del río La Vieja*.
Obtenido de http://sei-us.org/Publications_PDF/SEI-USAID-FS-2014-Modelo-WEAP-calidad-agua-rio-La-Vieja.pdf.

LINSLEY. Ray, K. (1977). *Hidrología para Ingenieros*. Bogotá: McGraw Hill.

LOGREIRA RENTERIA, A. (2008). Metodologías técnicas en el ámbito biofísico para la determinación y monitoreo de los servicios ambientales relacionados con regulación hídrica y control de sedimento, y su relación con el uso del suelo. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y Patrimonio Natural – Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas.

MAHECHA, R. (2010). *Conceptos de hidrología e irrigación aplicados en el cultivo del cacao. Memorias evento Choco Andino 2010*. Bogotá.

MATERON, M. H. (1997). *Obras Hidráulicas Rurales*. Santiago de Cali: Universidad del Valle ISBN: 9586700909. .

MEJÍA R., O. (2008). *El Recurso Hídrico en la Jurisdicción de Corantioquia. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia*

(CORANTIOQUIA). . Medellín: Oficina Asesora de Comunicaciones. ISBN 978-958-97427-6-1, Primera Edición .

Monsalve Sáenz, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. Santafe de Bogots: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Municipio de Aipe. (2014). *POT - Plan de Ordenamiento Territorial*.

N. Castro. (2014). *Implementación del sistema de modelación WEAP como herramienta del recurso hídrico en la vereda La Bella*. Neiva.

PONCE, V. M. (2016). *Engineering Hidrology, Principles and Practices*. Ed. McGraw-Hill. Obtenido de http://ponce.sdsu.edu/330textbook_hydrology_chapters.html

PURKEY, D. R., HUBER-LEE, A., YATES, D., HANEMANN, M., & HERROD-JULIUS, S. (2007). *Integrating a Climate Change Assessment Tool into Stakeholder-Driven Water Management Decision- Making Processes in California*. Obtenido de <http://weap21.org/downloads/CCAssessmentCalifornia.pdf>

(s.f.). *Revisión de la Reglamentación e Implementación del Sistema Local de Administración del Recurso Hídrico SILARH, Corriente Río Neiva, Mpio de Campoalegre, Dpto del Huila*, – CAM. Neiva : Convenio 238 Universidad Surcolombiana.

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



Secretaría de Agricultura y Minería Departamento del Huila. (2012). *Anuario Estadístico Agropecuario*.

SIR (Sistema de Información Regional Huila). 2010. División Político Administrativa Departamento del Huila. . (2010). Obtenido de <http://sir2.gobhuila.gov.co/mapas-mpios/RIVARA.jpg>

ZAMBRANO S, H. I. (2003). *Introducción al estudio de las ciencias de la Tierra (Geociencias)*. Neiva: Ed. Editorial. Universidad Surcolombiana ISBN: 958-8154-31-6.