

# **Modelo digital de elevación SRTM hidrológicamente corregido para el análisis de inundaciones: caso de estudio río Sinú, Colombia.**

## **Hydrologically corrected SRTM Digital Elevation Model for flood analysis: a case study of Sinú river, Colombia.**

**<sup>1</sup>Carlos E. Ontiveros Curiel, <sup>2</sup>Clemente Rodríguez-Cuevas <sup>3</sup>Franklin Manuel Torres Bejarano**

<sup>1,2</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Salvador Nava Martínez #382, Zona Universitaria, 78290, San Luis Potosí, S. L. P. México,

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba

<sup>1</sup>carlos.ontivero.c@gmail.com, <sup>2</sup>clemente.rodriguez@uaslp.mx,

<sup>3</sup>franklintorres@correo.unicordoba.edu.co

**Palabras clave:** Inundaciones, MDE, SRTM.

**Key words:** MDE, River floods, SRTM.

## **INTRODUCCIÓN**

Un modelo digital de elevación (MDE) es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo (INEGI, 2020). Estos modelos se denominan hidrológicamente corregidos cuando las elevaciones tienen continuidad, se rellenan vacíos y depresiones del suelo, permitiendo representar adecuadamente el terreno. Cuando no existe un MDE de alta resolución debido a la escasa información topográfica disponible, es posible utilizar los modelos digitales de elevación hidrológicamente corregidos creados mediante la integración de las elevaciones obtenidas de la base de datos altimétrica de la Misión Topográfica de Radar en Transbordador (SRTM, por sus siglas en inglés) con resolución de 30 metros. Los DEM cuentan con información topográfica que se utiliza para la creación de modelos hidrodinámicos, los cuales se han constituido como herramientas para la gestión del recurso hídrico y la evaluación del riesgo, para identificar y prevenir con anticipación la ocurrencia de desbordamientos (Bodoque et al., 2016).

## **METODOLOGÍA**

En este proyecto se ha implementado una metodología para el desarrollo de un MDE hidrológicamente corregido que pueda usarse para implementar un modelo hidrodinámico e identificar zonas susceptibles a inundaciones sobre Montería, Colombia.

El río Sinú es uno de los principales cauces de Colombia, cuenta una longitud de 437.97 km y surge en el área de páramo del Nudo de Paramillo en el municipio de Ituango, Departamento de Antioquia en la cota 3700 m.s.n.m., hasta llegar a su desembocadura en el Mar Caribe (CVS, 2018). El área de estudio es un tramo del río Sinú que cruza la zona urbana de Montería, Córdoba, en las coordenadas geográficas 8°45'0" Norte, 75°52'59" Oeste.

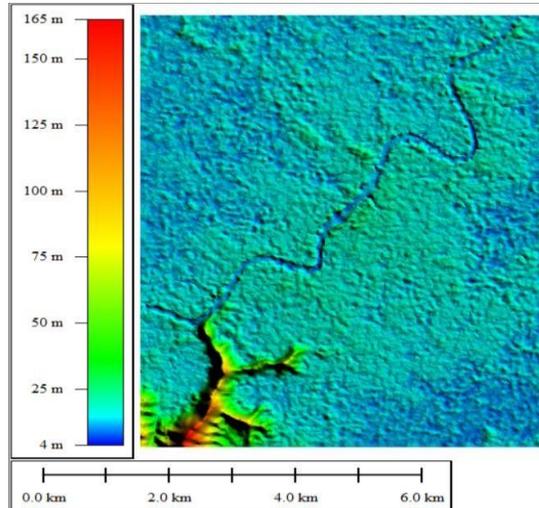
(Figura 1). Este sitio no cuenta con información topográfica DEM de alta resolución para el desarrollo de estudios de riesgo por inundaciones, por lo cual, se utilizará un DEM SRTM hidrológicamente corregido junto a información batimétrica tomada en sitio para crear una topobatimetría que permita identificar la susceptibilidad de inundación.



**Figura 1.-** Ubicación de tramo de estudio, Río Sinú, Montería.

Para la creación del modelo hidrológicamente corregido, se descargó un modelo digital de elevación de la plataforma de datos altimétricos obtenidos por la Misión Topográfica de Radar en Transbordador (Shuttle Radar Topography Mission - SRTM, por sus siglas en inglés). Se extrajeron los datos altimétricos correspondientes al área de estudio y se proyectaron al sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator Zona 18N, considerando un tamaño de píxel de 30 m y resolución vertical de 1 metro. El modelo digital de elevación se convirtió a formato de punto. Se digitalizó el espejo de agua correspondiente al Río Sinú. Se prepararon los puntos para la creación del modelo digital de elevación digitalmente corregido mediante la integración de las elevaciones obtenidas de la base de datos altimétrica SRTM y los datos de la batimetría obtenidos durante el mes de mayo de 2020. Se empleó el algoritmo ANUDEM (Hutchinson, 1989) para la creación de un modelo digital de elevación topográficamente corregido con una resolución espacial de 5 m, considerando las elevaciones en formato de punto además del espejo de agua digitalizado previamente. Finalmente, se crearon las curvas de nivel con el modelo digital de elevación hidrológicamente corregido a cada 1 m (Figura 2).

Teniendo información topográfica confiable, se realizó un estudio hidrológico de la cuenca del río Sinú, para calcular los caudales asociados a diferentes periodos de retorno, considerando las características geomorfológicas de la cuenca, uso y tipo de suelo. Una vez hecho lo anterior, se utilizó el modelo numérico EFDC Explorer para modelar y conocer la evolución espacio temporal de la superficie libre del agua sobre el cauce e identificando zonas que podrían ser susceptibles a inundación.



**Figura 2.-** MDE hidrológicamente corregido de la zona de estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los MDE utilizados con resolución de píxel de 30 metros y elevaciones obtenidas de SRTM a cada 1 metro, son recursos que pueden descargarse de manera gratuita y cuyos datos muestran información del 80% de la superficie terrestre. Al contar con información DEM y la batimetría del cauce, se logra empalmar ambos ráster para obtener una topobatimetría que muestra elevaciones del cauce y de las zonas colindantes al río, la cual es similar a la realidad de la zona de estudio. Utilizando esta metodología fue posible obtener información topobatimétrica del sitio, se unió la topografía y las mediciones de las profundidades del cauce, generando un DEM hidrológicamente corregido con resolución espacial de 5 metros y curvas de nivel a cada metro al interpolar las elevaciones, rellenar vacíos y depresiones de terreno, asegurando una correcta representación de crestas y arroyos.

La información topográfica e hidrológica del cauce fue añadida al modelo numérico EFDC Explorer, identificando zonas urbanas y agrícolas susceptibles a presentar inundaciones, permitiendo conocer el nivel del agua, la extensión y velocidades que se pueden alcanzar sobre cada área afectada.

## CONCLUSIONES

Los DEM corregidos son una alternativa de bajo costo cuando no se tienen los recursos para generar topografía a detalle generada mediante vuelos de vehículos aéreos no tripulados (VANT) o no es posible extraer DEM a partir de imágenes satelitales. Entonces, a partir de los DEM corregidos se desarrollan los modelos numéricos que permiten analizar la factibilidad de proyectos, tomar decisiones con base en información topográfica e hidrológica para la creación de sistemas de alerta temprana, planes de evacuación y prevenir zonas colindantes al río con mayor vulnerabilidad a presentar inundaciones. Sin embargo, es necesario realizar levantamientos topográficos a detalle para proyectar obras sobre el cauce, dimensionar obras hidráulicas y generar presupuestos de los proyectos a realizar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

A. Campos, Niels Holm-Nielsen, Carolina Díaz G., Diana M. Rubiano V., Carlos R. Costa P., Fernando Ramírez C. y Eric Dickson (2018). “Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas –Bogotá, Colombia.”, Banco Mundial., p. 436.

Bodoque, J.M., Amérigo, M., Díez-Herrero, A., García, J.A., Cortés, B., Ballesteros-Cánovas, J.A. y Olcina, J. (2016). Improvement of Resilience of Urban Areas by Integrating Social Perception in Flash-Flood Risk Management, doi: <http://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.02.005>, Journal of Hydrology, 541, 665-676.

CVS - Corporación Autónoma Regional de Los Valles del Sinú y del San Jorge (2018). “Plan de acción para la atención de la temporada de lluvias.”. Grupo de Gestión del Riesgo., p. 178.

Hamrick, J. M. (1992) A Three-Dimensional Environmental Fluid Dynamics Computer Code: Theoretical and computational aspects. Special report in applied marine science and ocean engineering; no. 317. Virginia Institute of Marine Science, William & Mary. <https://doi.org/10.21220/V5TT6C>