



Transporte de sedimentos en el río La Plata, Mutiscua, Norte de Santander, zona de influencia de la cabecera municipal

Sediments transportation in the La Plata River, Mutiscua, Norte of Santander, municipality influence area

Nury Yadira Suárez¹, María Esther Rivera², Jesús Ramón Delgado³



Cómo citar este artículo: Suárez, N., Rivera, M. & Delgado, J. (2017). Transporte de sedimentos en el río La Plata, Mutiscua, Norte de Santander, zona de influencia de la cabecera municipal. *Análisis Geográficos*, 53, 95-101.

Resumen

En la investigación se identificaron y analizaron los principales factores que intervienen en el transporte de los sedimentos en el río La Plata, municipio de Mutiscua, Norte de Santander, en la zona de influencia de la cabecera municipal. Para esto, se recopiló información sobre: caracterización de la zona, levantamiento topográfico del cauce mediante secciones transversales, caracterización morfométrica, curvas IDF, hietograma e hidrogramas, identificación de puntos, muestreo de sedimentos (con equipos de fabricación manual) y clasificación del sedimento empleando granulométrica. Los datos compilados fueron modelados en HEC-RAS 5.0 y ArcGIS 10.2, y se obtuvieron los principales factores dominantes e influyentes sobre el cauce, el perfil del tramo evaluado, la curva IDF con indicaciones de que a menor tiempo de duración, mayor será la intensidad en función del tiempo de retorno, las variaciones de caudal debidas al comportamiento de la precipitación y los caudales captados por las estaciones piscícolas; la granulometría predominante son gravas arenosas y arenas. En conclusión, en el modelo de la cuenca se tienen zonas vulnerables que corresponden a: las vegas de las fincas en el tramo comprendido entre el puente Los Salados y el Molino Monarca; las zonas de riesgo de inundación, tales como: Molino Monarca, 4 estaciones piscícolas, la zona de la vía Sucre y Antigua Marmolería, el Hogar Juvenil Campesino y la zona del vertimiento municipal en su margen derecho. Se destacó que la zona de estudio presenta mayor tendencia a ser socavada o erosionada y que las estructuras hidráulicas serían las afectadas directamente; adicionalmente, se presentan zonas de sedimentación en menor proporción.

Palabras clave: erosión, modelación, sedimento, socavación, transporte.

¹Ingeniera Ambiental. Coordinadora Ambiental en Suministros, Consultorías y Asesorías Santa María. Correo: ingsuarez18@gmail.com.

²PhD Hidrología. Docente Universidad de Pamplona. Grupo de investigaciones Ambientales Agua, Aire y Suelo (GIAAS). Correo: maes@unipamplona.edu.co.

³MSc Geotecnia. Docente Universidad de Pamplona. Grupo de investigaciones Ambientales Agua, Aire y Suelo (GIAAS). Correo: jramondr@gmail.com.





Abstract

In the present investigation, the main factors that intervene in the sediment transport project in the La Plata River, Mutiscua municipality, Norte de Santander, in the area of influence of the municipal head were identified and analyzed. For this, information was collected on: characterization of the zone, topographic survey of the channel by means of cross sections, morphometric characterization, IDF curves, hygrogram and hydrographs, identification of points, sediment sampling (with manual equipment) and sediment classification using granulometric. The compiled data were modeled in HEC-RAS 5.0 and ArcGIS 10.2, and the main dominant and influential factors were obtained on the channel, the profile of the section evaluated, the IDF curve with indications that the shorter the duration, the greater the intensity as a function of the time of return, variations in flow rate due to the precipitation behavior and the flows collected by the fish seasons; the predominant granulometry is sand gravel and sand. In conclusion, in the model of the basin there are vulnerable zones that correspond to: las vegas of the farms in the section between the bridge Salts and the Mill Monarch; flood risk zones, such as: Monarca Mill, 4 fish stations, the area of the road Sucre and Antigua Marmolería, Hogar Juvenil Campesino and the area of the municipal shed on its right bank. It was emphasized that the study area presents a greater tendency to be undermined or eroded and that the hydraulic structures would be directly affected; in addition, sedimentation zones are present in a smaller proportion.

Keywords: modeling, sediment, transport, erosion, scouring.



Introducción

Hace siglos surgieron los primeros trabajos en pro de la hidráulica fluvial, pero esta disciplina no era reconocida como tal. De forma general, Giraldo (2009) indica que en Colombia, hacia el año 1600, nació la hidráulica fluvial, y para 1650 se iniciaron los estudios sobre la complejidad del transporte de sedimentos y la formación del delta, dado que para esa época se comenzó la construcción del Canal del Dique en el hoy departamento del Atlántico, en una zona caracterizada por pantanos debido a las periódicas inundaciones del río Magdalena. En 1697 la hidráulica fluvial es direccionada por la combinación de diferentes conceptos como hidrología, geomorfología y transporte de sedimentos para el estudio del comportamiento hidráulico de los ríos en lo referente a los caudales y los niveles medios y extremos, la velocidad de flujo, las variaciones de fondo por socavación, la sedimentación, la capacidad de transporte y la afectación contra las márgenes. En 1907 se emprendieron los estudios formales, con la asignación de los direccionamientos al encauce del río y la provocación de la ruptura de la barra en la zona del delta en Bocas de Ceniza; no obstante, varias investigaciones sobre los cauces no son presentadas formalmente, motivo por el cual gran cantidad de zonas carecen de información, como en el caso del río La Plata, sobre el que no se conocen estudios acerca de sedimentos.

Partiendo de la ausencia de información respecto a los sedimentos, se dio inicio a la investigación con la documentación general del municipio de Mutiscua respecto a los recursos hídricos, además de efectuar el levantamiento de información y la recolección de datos y muestras para el posterior análisis. El río La Plata se localiza en el municipio de Mutiscua, en la región

central, subregión occidental (figura 1); el municipio limita al norte con Pamplona y Cucutilla; al sur, con Silos; al oriente, con Cacota y Pamplona y al occidente, con el departamento de Santander. La información recolectada se constituye en una herramienta fundamental para los entes territoriales, puesto que permite el reconocimiento de las zonas vulnerables y de las que se encuentran en riesgo por inundación o por fallas en las estructuras hidráulicas. Lo anterior posibilita la planeación y ejecución de estrategias de prevención, cuidado y protección ambiental, social y económica del municipio.

En la figura 1 se presenta de la ubicación del municipio de Mutiscua y la delimitación de la microcuenca del río La Plata desde su origen en la laguna La Plata hasta la unión con la microcuenca del río Sulasquilla, que da origen a la cuenca del río El Zulia, así como la localización de la zona de influencia de la cabecera municipal.

Desarrollo teórico y metodológico

Dentro del proceso de investigación referente al transporte de sedimentos en el río La Plata en el municipio de Mutiscua se partió de la revisión teórica para el posterior planteamiento metodológico.

Desarrollo teórico

El transporte de sedimentos se encuentra enmarcado en la rama de la hidráulica denominada *hidráulica fluvial*, cuyo objetivo es la ejecución de estudios sobre los fenómenos a que da lugar el flujo del agua sobre un lecho que tiene la posibilidad de modificar sus características en función de los requerimientos dados por el flujo y que, finalmente, se traduce en modificaciones y alteraciones del lecho del cauce.



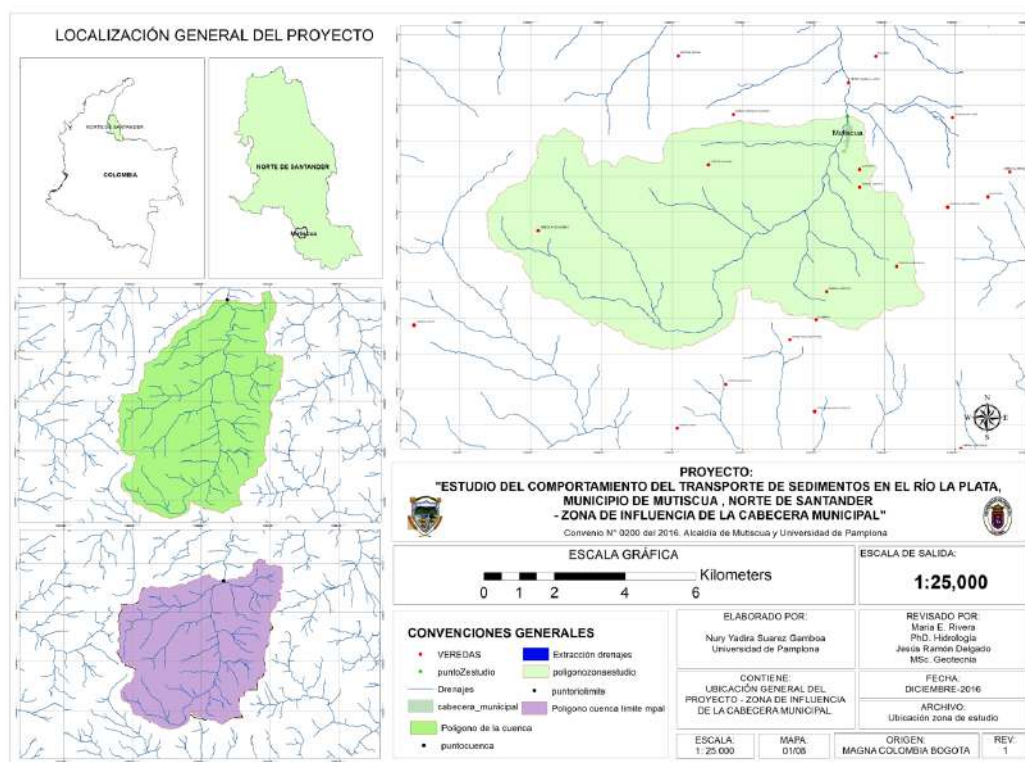


Figura 1. Ubicación general del proyecto río La Plata
Fuente: elaboración de los autores a partir de ArcGIS, 2016.

Así pues, como complemento, Londoño (2001) señala la necesidad de analizar la cuenca hidrográfica; de manera general, esta es una unidad morfológica integral, que se define en un territorio donde las aguas superficiales convergen hacia un cauce o unidad natural delimitada por una divisoria de agua. La caracterización morfométrica de dicha cuenca proporciona la descripción física y espacial para obtener las conclusiones sobre las características de la zona a partir de la geometría. Este análisis está enmarcado en una serie de parámetros, como área, longitud del cauce, tiempos de concentración, forma, relieve y red de drenaje, entre otros, que posteriormente permiten efectuar el análisis hipsométrico a partir de la curva hipsométrica definida por Strahler en 1952, que permite conocer la distribución de la masa de la cuenca desde arriba hacia abajo para determinar la fase en la cual se encuentra la cuenca en estudio (Racca, 2007).

De otra parte, la modelación numérica implica la revisión, la cuantificación y la evaluación de los factores naturales y antrópicos que se vinculan con la erosión, el transporte y el depósito de los sedimentos (Bolívar, Rivero, Urbina & Yepez, 2016): precipitación, evaporación, transpiración, escorrentía, infiltración, atmósfera, percolación, suelo, actividades humanas, erosión, transporte y depósito de sedimentos. Esto es analizado evaluando la forma del transporte que presentan las partículas (en suspensión o de fondo), el tipo de flujo (laminar o turbulento), la caracterización granulométrica del sedimento mediante el sistema de la American Association of State Highway and Transportation Officials o AASTHO (forma, tamaño, densidad, peso específico, velocidad de caída del grano), los caudales, la topografía y los demás requerimientos que se enmarquen en HEC-RAS 5.0, un software que es un paquete integrado de análisis hidráulico, donde el



usuario actúa con el sistema a través del uso de una interfaz gráfica del usuario (GUI) mediante la definición de la serie de elementos que desee emplear y que, para el caso, implica las diferentes funciones de transporte de sedimentos y los parámetros adicionales para la simulación (Barbosa, 2013).

Metodología

De manera general, la metodología empleada para identificar y analizar los factores que intervienen en el transporte de sedimentos en el río La Plata, municipio de Mutiscua, norte de Santander, en la zona de influencia de la cabecera municipal, se presenta en la tabla 1.

Descripción metodológica

El estudio del transporte de sedimentos en el río La Plata parte del proceso de documentación, seguido de la determinación de la hidrología, que incluye: 1) caracterización morfométrica de la cuenca, 2) elaboración de las curvas IDF, 3) hietogramas e hidrogramas y 4) medición de caudales y nivel de la lámina. Posteriormente se realiza el levantamiento topográfico de las secciones transversales en la zona de influencia de la cabecera municipal y la identificación de los puntos de muestreo de sedimentos para la ubicación de los equipos de muestreo de fabricación artesanal que permiten la recolección de las muestras y la caracterización mediante la granulometría con el empleo del sistema AASTHO. Además, en la revisión se deben considerar la rugosidad de Manning del canal y los bancos. Finalmente se desarrolla el levantamiento a través de HEC-RAS 5.0, Hec-GeoRAS y ArcGIS 10.2 para efectuar el análisis correspondiente a la modelación

y la simulación de la microcuenca del río La Plata del municipio de Mutiscua.

Conclusiones

El material predominante en el lecho del río La Plata corresponde principalmente a gravas arenosas y arenas.

El transporte de los sedimentos está materializado por múltiples variables y parámetros (caudales, flujo, topografía, tamaño, forma, velocidad, densidad del grano y metodología, entre otros) que, a su vez, son modificados con el transcurso del tiempo.

Las variaciones de caudal están directamente relacionadas con los cambios en la precipitación y con la mayor o menor captación de caudales para el aprovechamiento de tipo económico.

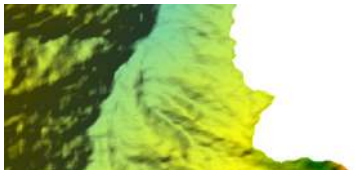
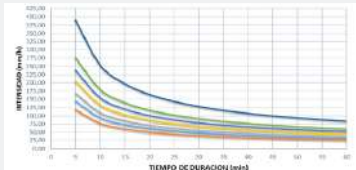
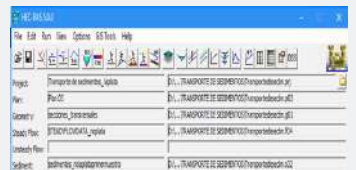
En la época de estudio se referenciaron niveles de lámina de máximo 88, 82 y 104 cm para las 7 a. m., 12 m. y 6 p. m. respectivamente en la sección donde se ubicó el nivel.

Las secciones con mayor tendencia a ser socavadas o erosionadas son las estructuras hidráulicas ubicadas dentro o en el margen del cauce (puentes, molino, marmolera, captación de estaciones piscícolas y muros o pilas de soporte).

Los factores importantes a considerar antes, durante y posteriormente a una construcción hidráulica son: la revisión del comportamiento dado entre el material removido y el depositado, las fallas por sismos, los caudales máximos y mínimos, los fuertes, las avenidas, los posibles represamientos y los planteamientos de mantenimiento estructural.



Tabla 1. Metodología empleada para estudiar el transporte de sedimentos en el río La Plata

Actividad a realizar	Actividades soporte	Evidencia
Recopilación de la información del área de estudio	Revisión documental y en campo	
Topografía y caracterización morfométrica de la cuenca	Levantamiento de secciones	
	Caracterización con el modelo digital de terreno	
Criterios para la selección de los puntos de muestreo de sedimentos y aforo	Definición de puntos y ubicación de muestreadores	
	Definición de sección de aforo	
Obtención y procesamiento de insumos y elementos necesarios para la modelación	Solicitud y recopilación de información para su procesamiento	
Caracterización granulométrica de sedimentos en los puntos de muestreo	Secado y clasificación granulométrica en laboratorio	
Modelamiento en el software HEC-RAS 5.0	Inclusión de datos recopilados y corrida del software	

Fuente: elaboración de los autores (2017).



Bibliografía



- Barbosa Gil, S. (2013). *Metodología para calcular la profundidad de socavación general en ríos de montaña (lecho de gravas)* (tesis de maestría). Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente de Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11674/1/1128416170.2013.pdf>.
- Bolívar, K., Rivero, C., Urbina, J. & Yopez, O. (30 de marzo de 2016). *Transporte de sedimentos*. Recuperado de <http://sedimentologiagrupo02.blogspot.com.co/2016/03/transporte-de-sedimentos.html>.
- Giraldo, C. (2009). *Hidráulica fluvial. Historia*. Mecánica de Fluidos y Recursos Hidráulicos, Escuela de Ingeniería de Antioquia. Recuperado de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoencanales/hfluvial/historia.htm>.
- Londoño Arango, C. (2001). *Cuencas hidrográficas: bases conceptuales, caracterización, planificación, administración*. Ibagué: Universidad del Tolima. Recuperado de http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/cuencas%20hidrograficas%20bases%20conceptuales%20%20caracterizacion%20%20planificacion%20yorganizacion%20-%20CARLOS%20LONDOO.pdf.
- Racca, J. M. G. (2007). Análisis hipsométrico, frecuencia altimétrica y pendientes medias a partir de modelos digitales del terreno. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología*, 77(1-2), 31-38. Recuperado de http://www.fceia.unr.edu.ar/fisiografia/volumen77/BIFG_77_31.pdf.

