

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

El sistema fluvial del río Sinú presenta las condiciones adecuadas para el análisis y la investigación de sus propiedades como medio natural y las relaciones con su entorno socioeconómico. Debido al continuo monitoreo que se lleva sobre su cauce activo y algunos afluentes adicionales. Sin embargo los esfuerzos que se llevan a cabo sobre diferentes puntos de investigación en el río Sinú pueden ser mejorados con el aporte al control de las posibles relaciones del sistema y no solo en la recopilación de datos que ya se llevan a cabo.

La conformación de los depósitos litológicos y materiales rocosos a través del área de estudio, presentaron un especial orden al entendimiento del sistema fluvial, aclarando las respuestas de la corriente a través del camino que se lleva desde el embalse hasta la formación del delta. La precisión y recopilación de las unidades geológicas llevado a cabo durante la investigación aportó un valioso conocimiento sobre los procesos formadores y estructurales que encaminan la corriente del río Sinú. Formando parte fundamental de la categorización final de sus relaciones.

La definición de la geomorfología fluvial para el río Sinú, generó el contexto de formación y cambio de las unidades que se involucran en el sistema fluvial de manera directa o indirecta, definiendo temporalidad sobre espacios de uso del río Sinú y asignando niveles de función a geoformas que aparecen en el área de estudio. De esta manera la geomorfología

permitió incorporar y definir claramente el origen que el río Sinú presenta y las posibilidades que podría llevar en contextos más regionales.

La integración de las unidades geológicas y el aspecto geomorfológico de las unidades en superficie, definieron la resistencia a la erosión hídrica como un pilar fundamental en la dinámica activa y posible de la corriente del río Sinú. Su estructura en el espacio geográfico de la corriente y del sistema fluvial, permitieron definir el alcance espacial que las categorías pueden tener en función de la movilidad, el tipo de estructura y material que se encuentre.

La escala media de análisis para la investigación se abordó desde la dinámica fluvial, como un proceso medible en el tiempo, que permite distinguir alcances grandes en el espacio para ríos sinuosos de planicie como el Sinú. Los cambios en la sinuosidad aportan elementos directos de la movilidad del cauce y su estado de control, lo cual permitió generar indicador medible en diferentes periodos de tiempo que muestra cambios puntuales en el recorrido del cauce activo, así como medias generales en periodos de medidas. Por su parte la dinámica de orillas establece el componente cuantitativo del cambio sobre el cauce y las unidades geomorfológicas que lo rodean, proporcionando valores medibles del cambio en superficie. Además de incorporar la posibilidad de medición y tasas establece procesos que suceden entre medidas, como la agradación, degradación y balance de los movimientos. Este aporte fue fundamental por crear posibilidades de tasas de cambio o pérdidas en los análisis multitemporales.

La morfometría del cauce activo tomada por el ancho de bancas, estableció la mejor variable para conectar y entender los cambios sobre la escala de mayor detalle (el propio cauce activo), debido a que se obtienen medidas multitemporales de este comportamiento a diferencia de otras variables que pueden ser tomadas solo para algunos periodos singulares. Su relación con el comportamiento del sistema fluvial se evidenció en el uso de la clasificación final de las categorías, como excluyente para comportamientos específicos.

Los comportamientos del flujo en la corriente del río Sinú y las propiedades derivadas de este movimiento mecánico definieron la escala más puntual de la presente investigación. La velocidad del flujo, la profundidad y el esfuerzo cortante fueron variables que

reaccionaron con forme a las unidades que las preceden en escala mayores, como los controles de geoformas y depósitos en el río Sinú. A pesar de no verse muy involucradas en la diferenciación de las categorías como parte de árbol de decisión, son fundamentales en la caracterización de dichas categorías enriqueciendo estas unidades para el manejo y entendimiento del sistema fluvial.

Las condiciones sedimentológicas repercutieron de manera directa sobre el estudio del sistema fluvial del río Sinú, encontrando su papel singular y diferenciador de las categorías de comportamiento propuestas. De esta manera se puede inferir que el espesor de sedimento activo, el d_{50} y d_{90} , representan las variables más excluyentes y de mejor definición de la estructura de funcionamiento del río. Su comportamiento define específicamente la pérdida de energía en la culminación de la sección de mayor movilidad, con reducción del espesor activo y de los diámetros activos en el flujo de la corriente. Es importante concluir que el d_{50} y d_{90} con respuestas muy correlacionadas generan un aporte valioso en la caracterización de las categorías finales, debido a identificar el tipo de depósitos que pueden ser transportados. Una distinción especial presenta la variable de concentración, como indicadora y reflejo de las condiciones externas que ingresan al sistema, mostrando alteraciones de su comportamiento, en los puntos asociados de corrientes que entregan sus aguas al cauce activo del río Sinú.

La exploración de patrones se define como una herramienta valiosa en el entendimiento primario de relaciones o sistemas con información relacionada o no relacionada. Para ello un adecuado entendimiento del sistema fluvial es necesario, ya que los algoritmos de exploración de información pueden ser fáciles de manejar arrojando resultados sin contexto. El árbol de decisión (algoritmo J48), tomado como procedimiento de clasificación supervisada, identifico de manera óptima condiciones ocultas que no se habían tenido en cuenta durante el desarrollo de la investigación, una de ellas es como resalto anteriormente la capacidad excluyente de definir el sistema por parte de la variable de sedimentos.

Las clases definidas y los resultados obtenidos al final de la investigación corresponden a unidades que satisfacen el objetivo principal, ya que recogen en un mismo comportamiento los criterios estudiados. Además mantienen un carácter abierto, en el que se pueden

incorporar más elementos deseados o no tenidos en cuenta durante esta investigación. Finalmente se resalta la estructura principal encontrada mediante estas categorías, que corresponden a tres elementos.

El primero una alta dinámica fluvial en todas sus variables de escala detallada y media, que se corresponde con los primeros 80 km de recorrido del río partiendo del embalse y el cual se recoge en tres categorías que representan un estado de gradiente de la movilidad.

El segundo un estado de transición del río Sinú, que en un principio de la investigación se confundía con el primer elemento. Se define a partir de la mezcla de comportamiento que va perdiendo su dinámica a medida que las variables disminuyen en energía y movilidad. Este elemento se encuentra representado por cuatro categorías, la primera que es el paso de la sección de alta dinámica a esta transición y las otras tres que presenta de igual forma un gradiente en el control de la movilidad hasta llegar a los materiales rocosos presentes.

Por último el tercer elemento que se compone por una alta estabilidad que no corresponde a materiales rocosos, pero sí a los depósitos que se presentan a partir de la ciudad de Montería, los cuales mantienen un cauce constante y variables no tan dinámicas por la presencia de las llanuras de inundación, este tercer elemento representa la mayor longitud y superficie en el área de estudio. Lo cubren tres categorías finales que distribuyen su tendencia entre la presencia de condiciones antrópicas y materiales mayor o menor consolidados.

Como conclusión final esta investigación permito desarrollar múltiples caminos de estudio, en la relación de sistemas con varias escalas y abordados desde diferentes elementos conceptuales. De igual forma estableció un aporte no solo en el objetivo principal de la investigación, si no en el desarrollo de herramientas tecnológicas, algoritmos y aplicaciones de automatización de los procesos y monitoreo que se pueden llevar en este tipo de estudios.

8.2 Recomendaciones

La investigación es un aporte a la elaboración de sistemas más elaborados en el que se pueden tener en cuenta más aspectos, llegando a establecer comportamientos o indicadores más complejos o singulares en el sistema fluvial.

Es necesario incorporar medidas de menor resolución temporal sobre las categorías desarrolladas y a mejores escalas, con las que se pueden identificar procesos más detallados y cambios más puntuales. Es decir se podrían realizar ejercicios con elementos diarios, semanales o mensuales con los que se puede hacer control del régimen real del sistema y su comportamiento.

Se podrían tener en cuenta simulaciones o escenarios con procesos externos extremos, como el aporte desbordado de sedimentos por corrientes con conexión hidráulicas con el río Sinú, los cuales se pueden desarrollar con el modelo de sedimentos construido y valorar sus cambios en la clasificación por el árbol de decisión o el desarrollo de un nuevo árbol.

**A. Anexo: Soportes hidrológicos,
sedimentológicos e hidráulicos.**

B. Anexo: Descripción de Herramientas Geoespaciales

C. Anexo: Cartografía Temática, formato digital

Bibliografía

- Acosta, K. (2013). *Documentos de trabajo sobre economía regional. La economía de las aguas del río Sinú*. Cartagena, Colombia: Banco de la Republica. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) - Cartagena.
- Aluja, T. (2001). La minería de datos, entre la estadística y la inteligencia artificial. *Questiío*, 479 - 498.
- Andreoli, A., Mao, L., Iroume, A., Arumí, J., Mardini, A., Pizarro, R., . . . Link, O. (2012). The need for a hydromorphological approach to Chilean river management. *Revista chilena de historia natural*, 339-343.
- Arnold Cathalifaud, M., & Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio*.
- AVR-CAR. (2015). *Estudios de Amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, inundación, avenidas torrenciales e incendios forestales en los municipios priorizados en la jurisdicción CAR. Municipio de Bituima*. Bogotá D.C.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.
- Banco Mundial. (2012). *Análisis de la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, un aporte para la construcción de políticas públicas*. Washington D.C. - USA: Banco Mundial.
- Barrera, R. (2003). *Geología de la Plancha 43 - 43 BIS San Antero - San Bernarndo del Viento*. Bogotá D.C. Colombia: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero Ambiental y Nuclear - Ingeominas.
- Béjar, B., Gibbins, C., Vericat, D., Batalla, R., Buendia, C., & Lobera, G. (1 de Abril de 2014). Impact of gravel mining on benthic invertebrate communities in a highly dynamic gravle-bed rive an integrated methodology to link geomorphic disturbances and ecological status. *Impact of gravel mining on benthic invertebrate communities in a highly dynamic gravle-bed rive an integrated methodology to link geomorphic disturbances and ecological status*. Cinca, NE SPAIN, España: European Geosciences Union General Assembly.
- Bertalanffy, L. V. (1976). *Teoría General de los Sistemas*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

- Bladé, E., Sánchez, M., Sánchez, P., Niñerola, D., & Gómez, M. (2009). *Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable, una visión a partir del modelo HEC-RAS*. Barcelona - España: Politecnico de Catalunya - Edicions UPC.
- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*. California - USA: US Army Corps Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC).
- Camporeale, C., Perucca, E., Ridolfi, L., & Gurnell, A. (2013). Modelling the Interactions Between River Mordynamics and Riparian Vegetation. *Reviews of Geophysics*, 379-414.
- Castaño, A., Urrego, L., & Bernal, G. (2010). Dinámica del manglar en el complejo lagunar de Cispatá (Caribe Colombiano) en los últimos 900 años. *Revista de Biología Tropical*, Vol 58. n.4. San José.
- Ceballos Lopez, J. D. (2011). *Modelación Hidráulica y Morfodinámica de Cauces Sinuosos, Aplicación a la Quebrada la Marinilla (ANT)*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente.
- Cepal, & BID. (2012). *Ola Invernal en Colombia 2010 - 2011*. Bogotá - Colombia: BID.
- Chow, V. T. (1994). *Hidraulica de Canales Abiertos*. Bogotá - Colombia: McGraw Hill.
- Colombia, C. d. (24 de Abril de 2012). Ley 1523 de 2012. *Ley 1523 de 2012*. Bogotá, DC, Colombia: Republica de Colombia.
- Construcción & Consultoría Especializada l.t.d.a, & URRÁ. (2014). *Informe Final de Monitoreo de Procesos Eorsivos del Rio Sinú*. Monteria - Cordoba: Empresa URRÁ S.A. E.S.P.
- Consultoría B & G - URRÁ. (2016). *Planes de Monitoreo Relacionados con los Componentes Hidrológicos e Hidráulicos contemplados en la Licencia Ambiental para la Central Hidroeléctrica URRÁ I*. Monteria - Cordoba: URRÁ S.A E.S.P.
- Corenblit, D., Steiger, J., González, E., Gurnell, A., Charrier, G., Darrozes, J., . . . Voltaire, O. (2014). The biogeomorphological life cycle of poplars during the fluvial biogeomorphological succession: a special focus on *Populus nigra* L. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39, 546-563.
- Correa, J. C., & González, N. (2002). *Gráficos Estadísticos con R*. Medellin - Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellin.
- Corredor, H., Mantilla, J., & Vargas, G. (2008). *Caracterización hidráulica, sedimentológica y geomorfológica del Rio Magdalena entre el Puente Pumarejo*

- (K22) y Bocas de Ceniza (K0). *Río Magdalena, Navegación marítima y fluvial (1986-2008)*. Barranquilla - Colombia: Ediciones Uninorte.
- Coulthard, T., & Van de Wiel, M. (2006). A cellular model of river meandering. (E. S. Process, Ed.) *Earth Surfaces Processes and Landforms*, 31, 123-132.
- CRE. (1990). *Control de Inundaciones, cuenca del Sinú*. Montería - Córdoba: Comité Regional de Emergencias del Departamento de Córdoba.
- CRE. (1991). *Plan general para la prevención y atención de desastres en el Departamento de Córdoba*. Montería - Córdoba: Comité Regional de Emergencias del Departamento de Córdoba.
- CVS. (1983). *Plan maestro de desarrollo integral de la cuenca hidrográfica del Río Sinú*. Montería - Córdoba: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y el San Jorge.
- Defensoria del Pueblo. (2011). *Informe Defensorial, Emergencia en Colombia por el Fenómeno de la niña 2010 - 2011*. Bogotá - Colombia: Republica de Colombia.
- Degiovanni, S., Villegas, M., & Ulla, J. (2013). Análisis de la carga de fondo y dinámica de torte en el Río cuarto, provincia de Cordoba, como base para una minería de aridos sustentable. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol 70. No 2.
- Delgado, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*. Bogotá - Colombia: Unibiblos.
- Flórez, A., & Suavita, M. (1997). Génesis y manifestación de las inundaciones en Colombia. *Cuadernos de Geografía*, 60-110.
- Freire, G., & Siegle, E. (2010). Migração lateral da desembocadura do Rio Itapocú, SC, Brasil: evolução morfológica e condicionantes físicas. *Revista Brasileira de Geofísica*, Vol 28, No 4.
- Gao, H., Zongmeng, L., Pan, B., Liu, F., & Liu, X. (2016). Fluvial responses to late Quaternary climate change in the Shiyang River drainage system, western China. *Geomorphology*, 82-94.
- García Serrano, A. (2012). *Inteligencia Artificial, fundamentos, práctica y aplicaciones*. Mexico D.F: Alfaomega.
- GEOTEC. (2003). *Geología de los Cinturones Sinú San Jacinto. Escala: 1:100.000. Memoria Explicativa*. Bogotá D.C. Colombia: Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero Ambiental y Nuclear - Ingeominas.

- Ghinassi, M., Lelpi, A., Aldinucci, M., & Fustic, M. (2016). Downstream-migrating fluvial point bars in the rock record. *Sedimentary Geology* 334, 66-96.
- Gibson, S., Brunner, G., Piper, S., & Jensen, M. (2006). *Sediment Transport Computations with HEC-RAS*. Nevada - USA: Eighth Federal Interagency Sedimentation Conference (8thFISC).
- Gobernación de Córdoba. (2012). *Plan Departamental par la Gestión del Riesgo de Córdoba*. Montería - Córdoba: Gobernación de Córdoba. Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo. Colombia.
- Gutiérrez, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid - España: Pearson, Prentice Hall.
- Hand, D. J. (1998). Data Mining: Statistics and More? *The American Statistician*, 112 - 118.
- HEC. (1993). *HEC-6 Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs user's Manual*. California - USA: Hydrologic Engineering Center.
- Henshaw, A., Gurnell, A., Bertoldi, W., & Drake, N. (2013). An assessment of the degree to which Landsat TM data can support the assessment of fluvial dynamics, as revealed by changes in vegetation extent and channel position, along a large river. *Geomorphology* 202, 74-85.
- Hurkmans, H. (2008). Water balance versus and surface model in the simulation of Rhine river discharger. *Water Resources Research*, Vol 44(w01418), -.
- Jáuregui, Á., González, M., Mauz, B., & Lang, A. (2016). Dynamics of Mediterranean late Quaternary fluvial activity: An example from the River Ebro (North Iberian Peninsula). *Geomorphology* 268, 110-122.
- Leopold, L. B., Wolman, M. G., & Miller, J. P. (1964). *Fluvial Processes in Geomorphology*. New York - USA: Dover Publications INC.
- Marbello Pérez, R. (2005). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Hidráulica*. Medellín - Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente.
- Martínez, A. J., Arboleda, G., Montalvo, E., Puche, M., Naranjo, L., Rodríguez, H., & Giraldo, A. (2005). *Plan de manejo parque nacional natural Paramillo 2004 - 2011*. Tierralta - Córdoba: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Dirección Territorial Noroccidental.
- Mercier, G. (2009). Hacia una Teoría del Lugar. En J. W. Montoya, *Lecturas en Teoría de la Geografía* (págs. 21 - 40). Bogotá - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (19 de Septiembre de 2014). Decreto Número 1807 de 2014. *Decreto Número 1807 de 2014*. Bogotá, DC, Colombia: República de Colombia.
- Montealegre Bocanegra, J. E. (2007). *Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. Subdirección de Meteorología.
- Newson, M. (2002). Geomorphological concepts and tools for sustainable river ecosystem management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. Wiley InterScience. 12, 365-379.
- NGRD. (2015). *Guía de integración de la Gestión del Riesgo de Desastres y el Ordenamiento Territorial Municipal*. Bogotá - Colombia: Presidencia de la Republica.
- Obregón Neira, N., & Fragala, F. (2002). Sistemas Inteligentes, ingeniería e hidroinformática. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 71-79.
- Olaya, V. (2004). *Hidrología Computacional y Modelos Digitales de Terreno, Teoría, práctica y filosofía de una nueva forma de análisis hidrológico*. Madrid - España: Creative Common Attribution Share-alike.
- Ordóñez Ordóñez, J. I. (2010). *El régimen del flujo y la morfología de los cauces aluviales*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola.
- Orjuela, J. (2015). La modelación "Físiconumérica" del Río Magdalena. *Anales de Ingeniería - Ingeniería del Futuro*, 932, 86-89.
- Ponce Cruz, P. (2012). *Inteligencia Artificial con aplicaciones a la ingeniería*. Mexico D.F.: Alfaomega.
- Robertson, K. (1984). *Geomorfología del Valle del Sinú. Dinámica Fluvial y Costera. Mapas 1:100.000*. Bogotá - Colombia: CIAF/CVS.
- Robertson, K. (1987). *Avulsión, cambio de curso y delta del Río Sinú*. Bogotá: Memorias II simposio latinoamericano de sensores remotos.
- Rocha, P. (2010). Indicadores de alteração hidrológica no Alto Rio Paraná: intervenções humanas e implicações humanas na dinâmica do ambiente fluvial. *Sociedade & Natureza*, Vol 22, No 1.

- Rodríguez Díaz, H. A. (2010). *Hidráulica Fluvial, Fundamentos y Aplicaciones. Socavación*. Bogotá D.C.: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rodríguez, J. (2010). *Fundamentos de minería de datos*. Bogotá - Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Rodríguez, M. (2009). Lógica difusa como herramienta para interpretar datos de producción limpia en el sector agrícola. *IDESIA, Vol 27*, 101-105.
- Sánchez, J. G., & Maza, J. A. (2002). Morfología de Ríos. En I. d. UNAM, *Manual de Ingeniería de Ríos* (págs. 1 - 39). Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- Sancho, F. (2013). *Algoritmos genéticos y computación evolutiva*. Sevilla - España: Departamento de ciencias de la computación e inteligencia artificial. Universidad de Sevilla.
- Schumm, S. (1977). *The Fluvial System*. New York: Wiley.
- SIIC. (2007). *Plan de Vida. Cabildos Mayores Rio Verde y Rio Sinú*. Tierralta - Córdoba: Dirección de Asuntos Indígenas, Rom y Minorías. Sistema de Información Indígena de Colombia. Ministerio del Interior.
- Singh, V. (2012). *Computer Models of Watershed Hydrology*. Colorado - USA: Water Resources Publications, LLC. WRP.
- Strahler, A., & Strahler, A. (1994). *Geografía Física*. Barcelona - España: Omega.
- The Nature Conservancy. (2009). *Indicadores de alteración hidrológica. Versión 7.1. Manual de Usuario*. Virginia, USA: The Nature Conservancy.
- U.S. Army Corps of Engineers. (1993). *River Hydraulics*. Honolulu, Hawaii: University Press of the Pacific.
- Valbuena Gaviria, D. L. (2015). *Análisis de Hidráulica Fluvial (Modelo 2D) para el Rio Guejar en el sector de Avulsión de su cauce, cerca a la localización del Pozo de perforación exploratoria Dumbo*. Bogotá. D.C.: EIA TEC S.A.S.
- Valbuena Gaviria, D. L. (2016). *Analisis Hidraulico Fluvial (Modelo 1D) para la Localización del Pozo de Perforación Exploratoria Pegaso 1, .* Bogotá D.C.: EIA TEC S.A.S.
- Valbuena Gaviria, D. L. (2016). *Condiciones de Amenaza por Inundaciones Periodicas, Avenidas Torrenciales, Movimientos en Masa para el municipio de Álbán, Cundinamarca*. Bogotá D.C.: Alcaldía Municipal de Álbán - SLICET S.A.S.

- Valla, P. G., Van de Beek, P. A., & Lague, D. (2010). Fluvial incision into bedrock: Insights from morphometric analysis and numerical modeling of gorges incising glacial hanging valleys (Western Alps, France). *Journal of Geophysical Research* Vol 115, 1-25.
- Vargas, G. (2005). *Geología, Geomorfología, Zonificación de Resistencia de Materiales a la Erosión Fluvial, Dinámica Fluvial y Zonificación de la Susceptibilidad a la Erosión, Río Sinú, sector presa de Urrá -Tierralta, Córdoba*. Barranquilla: CVS, Universidad del Norte - IDEHA.
- Vargas, G. (2008). Dinámica de Cuerpos de Agua y Zonas Inundables. En M. A. Ortega, *Río Magdalena Navegación Marítima y Fluvial (1986 - 2008)* (págs. 215 - 246). Barranquilla - Colombia: Ediciones Uninorte.
- Vargas, G. (2008). Geología y Geomorfología Aplicada a Ríos. En M. A. Ortega, *Río Magdalena Navegación Marítima y Fluvial (1986-2008)* (págs. 183 - 214). Barranquilla - Colombia: Ediciones Uninorte.
- Vargas, G. (2012). Geología, Geomorfología y Dinámica Fluvial aplicada a Hidráulica de Ríos. *XX Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología*, -.
- Vericat, D., Muñoz-Narciso, E., Béjar, M., Tena, A., Brasington, J., Gibbins, C., & Batalla, R. (1 de Abril de 2014). From the air to digital landscapes: generating reach-scale topographic models from aerial photography in gravel-bed rivers. *From the air to digital landscapes: generating reach-scale topographic models from aerial photography in gravel-bed rivers*. Cinca, NE España, España: European Geosciences Union General Assembly.
- Villegas González, P. A., Obregón Neira, N., Lara Borrero, J. A., Méndez Fajardo, S., & Vargas Luna, A. (2009). Herramienta informática como apoyo en la toma de decisiones en proyectos de agua y saneamiento en comunidades indígenas. *Avances en Recursos Hidráulicos*, Numero 19. 39-55.
- Zavoianu, I. (1985). *Morphometry of Drainage Basins*. Bucharest - Rumania: ELSEVIER.