



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO  
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA  
18 al 21 de septiembre de 2018**



# **PUNTES FLOTANTES EN CONCRETO LIVIANO CON PERLAS DE POLIESTIRENO**

**Liliana Carolina Hernández García, Jerson Cortés García, Marlon Iván Barrera  
Acevedo, Fabio Raúl Viancha Escobar**

**Universidad Piloto de Colombia  
Girardot, Colombia**

## **Resumen**

La región del Alto Magdalena cuenta con municipios, veredas, asentamientos urbanos y rurales a lo largo de la riberia del Río Magdalena, donde la movilidad entre estas comunidades se realiza a través de canoas, lanchas y planchones que navegan por el río. Esta investigación, tiene como propósito establecer el diseño de un prototipo que sirva de puente entre estas comunidades, elaborado en concreto celular flotante. Este material, además de permitir el flujo peatonal y vehicular sobre el Río Magdalena, promueve el desarrollo de estas obras de infraestructura vial, de una manera ambientalmente sostenible, rápida, eficiente y económica, ya que no es una barcaza que requiere de la tala de árboles, ni un puente elevado que requiere grandes inversiones para su superestructura, sino de la elaboración de un modelo liviano en concreto que incorpora en su fórmula de dosificación materiales reciclados y que a través de su validación inicial de laboratorio, se podría garantizar su resistencia y durabilidad. La metodología aplicada es de tipo experimental y esta consiste en el diseño de un concreto celular con perlas de poliestireno aplicado a un modelo de puente prefabricado, con la geometría y la resistencia adecuada que cumpla con el Código Nacional de Puentes.

## **Abstract**

*The Upper Magdalena region has municipalities, trails, urban and rural settlements along the banks of the Magdalena River, where mobility between these communities is carried out through canoes, boats and slabs that navigate the river. The purpose of this investigation is to establish the design of a prototype that will serve as a bridge between these communities, elaborated in floating cellular concrete. This material, in addition to allowing the pedestrian and vehicular flow over the Magdalena River, promotes the development of these road infrastructure works, in an*

*environmentally sustainable, fast, efficient and economical way, since it is not a barge that requires the felling of trees, or a high bridge that requires large investments for its superstructure, but the development of a light model in concrete that incorporates recycled materials into its dosage formula and that, through its initial laboratory validation, could guarantee its resistance and durability. The applied methodology is of experimental type and this consists of the design of a cellular concrete with polystyrene beads applied to a model of prefabricated bridge, with the geometry and the adequate resistance that complies with the National Code of Bridges.*

## INTRODUCCIÓN

La región del Alto Magdalena cuenta con varios municipios, veredas, asentamientos urbanos y rurales a lo largo de la rivera del Río Magdalena, y la movilidad entre estas comunidades se realiza a través de canoas, lanchas y planchones que navegan por el este río. La propuesta de esta investigación, tiene como propósito establecer el diseño de un prototipo que sirva de puente entre estas comunidades, elaborado en concreto celular flotante. Este material, además de permitir el flujo peatonal y vehicular sobre el Río Magdalena, permite avanzar en las obras de infraestructura vial de la Región del Alto Magdalena, de una manera ambientalmente sostenible, rápida, eficiente y económica, ya que no es una barcaza que requiere de la tala de árboles, ni un puente elevado que requiere grandes inversiones para su superestructura, sino de la elaboración de un modelo liviano en concreto que incorpora en su fórmula de dosificación materiales reciclados y a través de su validación inicial de laboratorio, se podría garantizar su resistencia y durabilidad.

El problema de movilidad sobre los ríos, se soluciona con grandes inversiones en obras de infraestructura vial. Los puentes elevados, son una alternativa muy costosa y difícil de realizar, por lo que después de muchos estudios se seleccionan puntos específicos donde construirlos. No obstante, son demasiados municipios los que se asientan en las riberas de los ríos y construir un puente por cada municipio, es una solución inviable económicamente y constructivamente. Por esta razón, la movilidad en transporte fluvial, es una alternativa muy común para los municipios rivereños. El diseño de un puente que flote sobre el Río Magdalena, es un reto que responde a la pregunta de investigación: ¿Cuál es el diseño más óptimo de un puente elaborado en concreto celular flotante que dé solución a los problemas de movilidad de los municipios rivereños del Alto Magdalena? La metodología de esta investigación es experimental, bajo la dirección de un investigador principal y tres coautores, el proyecto se realiza en la modalidad de semillero de investigación, a través de la aplicación técnicas de diseño y ensayos de laboratorio que permitan modelar un prototipo hasta lograr las condiciones físicas y mecánicas de flotación y resistencia. Este a su vez, debe cumplir con toda la normatividad nacional de diseño de carreteras.

La investigación se realizará en tres etapas: el diseño de mezclas del concreto flotante: empleando materiales manufacturados reciclados, con aditivos de nueva generación y adiciones que reactivan las propiedades de densidad y flotación, se busca una resistencia que cumpla con las Normas Técnicas Colombianas para vías. Validación en laboratorio, a través de ensayos de compresión de cilindros normales de concreto flotante. Validación en campo, consiste en la elaboración de tramo de prueba de funcionalidad del puente flotante en campo, tomando como tramo de prueba diferentes escenarios, primero una piscina, segundo un lago, tercero el río Magdalena.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los puentes flotantes consisten básicamente en un tablero apoyado sobre una serie de elementos flotantes que sirven para mantenerlo en una situación más o menos fija. Se han utilizado muchos tipos de elementos flotantes: barriles, odres, barcas, y pontones cerrados de diferentes materiales. (Blanco O. & Aparicio, 2007) A diferencia de los puentes tradicionales, los cuales transmiten su carga directamente al terreno de una u otra forma, los puentes flotantes se apoyan sobre la superficie del agua gracias a elementos flotantes. Los puentes flotantes cuentan con miles de años de historia. Desde los primeros de los que se tiene conocimiento, hasta los de más reciente construcción, su evolución ha sido muy destacable a todos los niveles y materiales empleados. El puente flotante más impresionante que existe en el momento, es Governor Albert D. Rossellini Bridge, también conocido como SR 520 Bridge, de 4750 m de longitud, de los cuales 2310 m son realmente flotantes, se encuentra en estado de Washington (Amador, 2015). Esta investigación pretende fusionar este tipo de puentes, con las nuevas tecnologías del concreto. Una de ellas es el concreto celular, este es un tipo especial de material de construcción liviano que se produce en forma de bloques o paneles utilizados para construcción de edificios residenciales o comerciales. Consiste en una mezcla que se compone de material silíceo pulverizado, cemento, agua y aditivo inductor de aire. Este, al reaccionar químicamente con el agua alcalina, produce hidrógeno y expande el mortero a medida que se forman macro poros de diámetro entre 0,5 y 1,5 mm (Silva, 2016). Posteriormente se cura el material con vapor bajo presión (autoclave) por un periodo de 6 a 12 horas, usando una temperatura de 190 °C y una presión de 1,2 MPa. Una propiedad de este concreto es la reducción de su peso propio. La baja densidad del concreto celular determina el peso del material. Este material fue descubierto en 1914 por el arquitecto sueco Johan Axel Eriksson, quien trabajaba entonces con el profesor Henrik Kreüger en el Instituto Real de Tecnología, en Estocolmo. Eriksson reveló que la mezcla de cemento, cal, agua y arena, se expandía al agregar polvo de aluminio (aditivo expansivo). (IMCYC, 2013)

Comenzó a producirse en Suecia en 1929, en Hällabrottet; llegando a ser muy popular. Fue comercializado bajo la marca "Ytong" hacia 1940; aunque preferían a menudo referírsele como "concreto azul" debido a su tonalidad. Este concreto resulta un material económico y sustentable, que provee a la estructura de un aislamiento térmico y acústico tan satisfactorio como la resistencia al fuego y al ataque de termitas. (Seeking, 2017)

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La PCA, define el material como la mezcla de varios ingredientes: cemento, cal, agua, arena finamente molida y, a menudo, cenizas volantes. Se agrega un agente de expansión como polvo de aluminio y la mezcla de fluidos se vierte en un lingote grande. A medida que la suspensión reacciona con el agente de expansión para generar burbujas de aire, la mezcla se expande. Después de su configuración inicial, la "torta" resultante se corta con alambre en bloques o paneles de tamaño preciso y luego se calcina al horno (en autoclave). El calor ayuda al material a curarse más rápido para que los bloques y paneles mantengan sus dimensiones. El refuerzo se coloca dentro de los paneles antes del curado. Este proceso de fabricación produce un material ligero, no combustible con las siguientes propiedades:

## PUENTES FLOTANTES EN CONCRETO LIVIANO CON PERLAS DE POLIESTIRENO

Densidad: 20 a 50 libras por pie cúbico (pcf): esto es lo suficientemente ligero como para flotar en el agua, resistencia a la compresión: 300 a 900 libras por pulgada cuadrada (psi), esfuerzo de cizallamiento permisible: 8 a 22 psi, resistencia térmica: 0.8 a 1.25 por pulgada. de espesor. Transmisión de sonido (STC): 40 para 4 pulgadas de grosor; 45 para 8 pulgadas de espesor. (PCA, 2018)

Como resultados del avance de esta investigación solo se cuentan con características medidas cualitativamente, de estas se destacan que las perlas de poliestireno disminuyen la densidad del concreto.



Figura 1. Prueba 01, mezcla de concreto liviano con perlas de poliestireno  
Fuente: propia, 2018



Figura 2. Prueba 02, mezcla de concreto liviano con perlas de poliestireno  
Fuente: propia, 2018

El diseño de las piezas que soporten el puente en concreto liviano, deben tener en cuenta el movimiento del agua. El primer prototipo tiene la forma de un pez, mientras que el segundo es el de un panel rectangular. Se debe usar aditivo plastificante y súper plastificante, si el propósito es usar como agregados los desechos de cantera. Se debe usar microfibras para incrementar la resistencia del concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, Á. (21 de abril de 2015). *Los 5 puentes flotantes más largos del mundo*. Obtenido de Más que ingeniería: <https://masqueingenieria.com>
- Blanco O., E., & Aparicio, B. A. (2007). *Puentes flotantes*. España.
- IMCYC. (2013). *Autoclaved Aerated Concrete (AAC): Manufactured building block made of all-natural raw materials*. *NAHB Research Center*.
- PCA. (2018). *Autoclaved Aerated Concrete*. Obtenido de America's Cement Manufactures: [www.cement.org](http://www.cement.org)
- Plexa Poliestirenos. (2018). *Perla de poliestireno*. Obtenido de <http://plexa.com.mx>
- Seeking, I. (22 de abril de 2017). *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)*. Obtenido de Physics Forums: <https://www.physicsforums.com>
- Silva, O. J. (16 de Abril de 2016). *Propiedades y aplicaciones del concreto celular*. Obtenido de Blog 360° en Concreto: <http://blog.360gradosenconcreto.com>

## Sobre los autores

- **Liliana Carolina Hernández García**, [liliana-hernandez@unipiloto.edu.co](mailto:liliana-hernandez@unipiloto.edu.co). Ingeniera Civil Especialista en Diseño y construcción de Vías y Aeropistas. Docente TC Universidad Piloto de Colombia, Seccional del Alto Magdalena
- **Jerson Cortés García**, [jerson-cortes@upc.edu.co](mailto:jerson-cortes@upc.edu.co). Estudiante de VIII Semestre de Ingeniería civil, Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena
- **Marlon Iván Barrera Acevedo**, [marlon-barrera@upc.edu.co](mailto:marlon-barrera@upc.edu.co). Estudiante de VIII Semestre de Ingeniería civil, Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena
- **Fabio Raúl Viancha Escobar**, [fabio-viancha@upc.edu.co](mailto:fabio-viancha@upc.edu.co). Estudiante de VIII Semestre de Ingeniería civil, Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)