

EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS PUENTES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

John Mario García¹, Jaime Ospina Giraldo², Edir Amparo Graciano³

¹ *Profesor de la Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Universidad de Medellín, Colombia*
Correo electrónico: jmgarcia@udem.edu.co

² *Profesional Universitario de la Secretaría de Obras Públicas de Antioquia, Colombia*

³ *Consultora independiente, ex-directora de Desarrollo Físico de la Secretaría de Infraestructura Física de Antioquia, Colombia*

Recibido: 10 de septiembre del 2014. **Aprobado:** 18 de noviembre del 2014.

Cómo citar este artículo: J. M. García, J. Ospina Giraldo y E. A. Graciano. "Evaluación técnica de los puentes en la infraestructura vial del departamento de Antioquia". *Ingeniería Solidaria*, vol. 10, n.º 17, pp. 49-54, en.-dic., 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.804>

Resumen. El desarrollo económico y social de una región está directamente relacionado con el estado de su infraestructura vial. La falla de un puente genera la interrupción total del tráfico de bienes en su superficie, generando incalculables pérdidas materiales y sociales mientras se restituye el flujo vehicular. El departamento de Antioquia cuenta en su patrimonio vial con una de las redes más extensas del territorio colombiano. La gobernación departamental es la encargada del adecuado funcionamiento de la malla vial secundaria en Antioquia, lo que incluye el mantenimiento preventivo de todos los puentes que pertenecen a ella, pero lastimosamente un porcentaje importante de estos puentes no han recibido un mantenimiento adecuado desde su construcción, posibilitando la aparición de fallas en su estructura e incluso su posible colapso. La presente investigación, llevada a cabo entre el 2008 y el 2012, pudo identificar el estado físico y estructural de cada uno de los puentes de la red vial secundaria del departamento de Antioquia, de los cuales el 11% requiere una intervención inmediata por el nivel de daños presentados y el 48% se encuentran funcionando adecuadamente.

Palabras clave: departamento de Antioquia, puentes, infraestructura vial.

TECHNICAL EVALUATION OF ROAD INFRASTRUCTURE BRIDGES IN THE DEPARTMENT OF ANTIOQUIA

Abstract. The economic and social development of a region is directly related to the condition of its road infrastructure. The lack of a bridge generates total interruption in the traffic of goods over its surface, generating incalculable material and social losses until vehicular flow is restored. The Department of Antioquia has one of Colombia's most extensive road networks. The departmental government is responsible for proper functioning of the secondary road network in Antioquia. This includes preventive maintenance of all of its bridges, but unfortunately a significant percentage has not been properly maintained since construction, facilitating the appearance of structural faults and even possible collapse. This research, carried out between 2008 and 2012, identified the physical and structural conditions of each bridge in the secondary road network of the Department of Antioquia, 11% of which require immediate intervention because of the level of damage found while 48% are functioning properly.

Keywords: department of Antioquia, bridges, road infrastructure.

AVALIAÇÃO TÉCNICA DAS PONTES NA INFRAESTRUTURA VIÁRIA DO ESTADO DE ANTIOQUIA

Resumo. O desenvolvimento econômico e social de uma região está diretamente relacionado com o estado de sua infraestrutura viária. A falha de uma ponte gera a interrupção total do tráfego de bens em sua superfície e, com isso, incalculáveis perdas materiais e sociais enquanto se restitui o fluxo vehicular. O estado de Antioquia conta, em seu patrimônio viário, com uma das redes mais extensas do território colombiano. O governo estadual é o encarregado do adequado funcionamento da rede viária secundária em Antioquia, o que inclui a manutenção preventiva de todas as pontes que pertencem a ela; contudo, uma porcentagem importante dessas pontes não tem recebido uma manutenção adequada desde sua construção, o que possibilita o surgimento de falhas em sua estrutura e, inclusive, seu possível colapso. Esta pesquisa, realizada entre 2008 e 2012, pôde identificar o estado físico e estrutural de cada ponte da rede viária secundária do estado de Antioquia, das quais 11% requerem uma intervenção imediata pelo nível de danos apresentados e 48% se encontram funcionando adequadamente.

Palavras-chave: Antioquia, pontes, infraestrutura viária.



1. Introducción

El desarrollo de las principales naciones está relacionado directamente con el buen funcionamiento de su infraestructura vial. Dentro de esta infraestructura, los puentes son elementos fundamentales para el normal flujo vehicular dentro de una malla vial. El cierre de una vía causa un colapso económico y social para una región por el deterioro generado en sus productos fruto de los taponamientos provocados por el derrumbe de los puentes y cierres en sus principales corredores viales, generando cuantiosas pérdidas económicas a sus habitantes y el detrimento a las finanzas públicas.

Al igual que las edificaciones, los puentes son estructuras que tienen una vida útil que depende exclusivamente del adecuado mantenimiento que se les proporcione durante su existencia. El escaso mantenimiento que se realiza al sistema estructural del gran porcentaje de los puentes en el territorio colombiano aumenta la probabilidad de deterioro en su estructura y la generación de cierres parciales de la vía o el colapso del puente en casos extremos.

El presente trabajo desarrolla un inventario general de todos los puentes pertenecientes a la red vial secundaria del departamento de Antioquia, que sirve de herramienta estadística para el apoyo logístico y de planeación de los diferentes entes gubernamentales encargados de su correcto funcionamiento y el normal flujo de la malla vial en el territorio antioqueño.

2. Marco teórico

Los puentes son considerados como una de las actividades de construcción más antiguas hechas por el hombre y a lo largo del tiempo han desarrollado una importancia histórica en el avance de las diferentes civilizaciones de la humanidad, tanto en su desempeño económico, como en el crecimiento social, desde los puentes construidos con piedra y mortero en la civilización romana, los puentes suspendidos de cuerdas de la civilización Inca, hasta su desarrollo actual en infraestructura vial a partir de la industrialización del acero en el año 1840 [1].

Desde 1996, existe el Sistema de Administración del Mantenimiento de Puentes en Colombia (Sipucol) para desarrollar el inventario, inspección, mantenimiento rutinario, control de presupuestos, control de avance de obra, diseño de obras de reparación y evaluación de capacidad de carga de los puentes en todo el territorio nacional. Este sistema de administración fue creado por el

Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) con la asesoría del Directorado de Carreteras de Dinamarca [2]. El estudio desarrollado por Muñoz y Valbuena [3] determinó las principales tipologías estructurales en 2100 puentes auscultados de la red vial colombiana (figura 1).

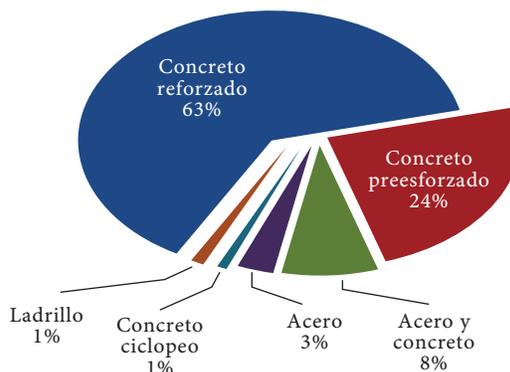


Figura 1. Distribución estadística de los puentes de acuerdo con sus materiales de construcción

Fuente: [3] elaboración propia

Las dos mediciones desarrolladas bajo los parámetros del Sipucol muestran una evolución positiva de las condiciones funcionales de los puentes en la red vial colombiana entre los años 1996 y 2002 tal como se observa en la figura 2.

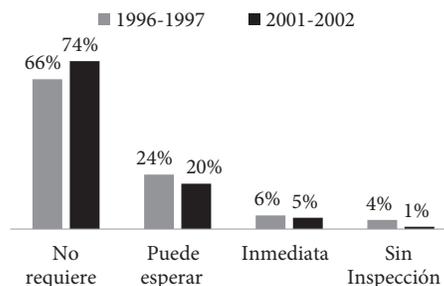


Figura 2. Estado de los puentes en la red vial colombiana Sipucol entre 1996 y 2002

Fuente: [4], [5]

3. Resultados

El resultado de los análisis estadísticos más relevantes para las diferentes variables analizadas se tabulan y muestran en forma porcentual con gráficos de apoyo.

3.1 Tipología de los puentes

Al evaluar las diferentes tipologías encontradas sobre el inventario de puentes realizado en las vías secundarias

del departamento de Antioquia, los resultados estadísticos se muestran en la figura 3.

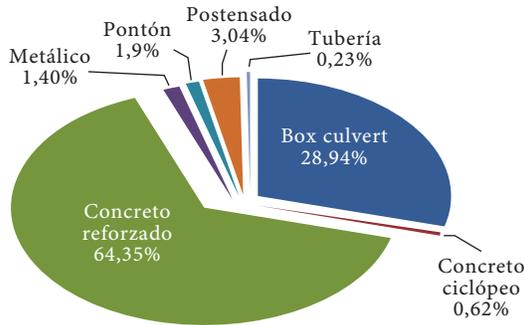


Figura 3. Estadística de puentes por tipología
Fuente: elaboración propia

Las tipologías estructurales más predominantes para los puentes de las vías secundarias en el departamento de Antioquia son las losas en concreto reforzado y los box culvert.

3.2 Longitud de los puentes

La longitud de un puente depende principalmente de la magnitud del obstáculo para librar. Los principales obstáculos que se encuentran en la región antioqueña son en su mayoría cursos o corrientes de aguas naturales como ríos o quebradas. Esta variable fue agrupada por tramos cada 2,5 m y sus resultados estadísticos se bosquejan en la figura 4.

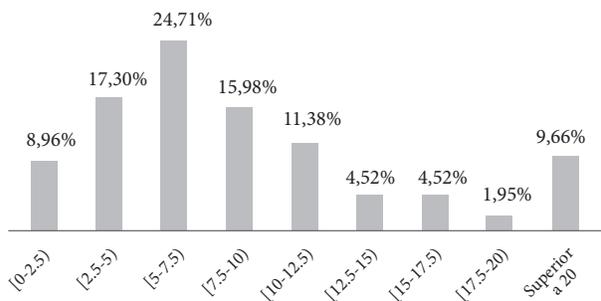
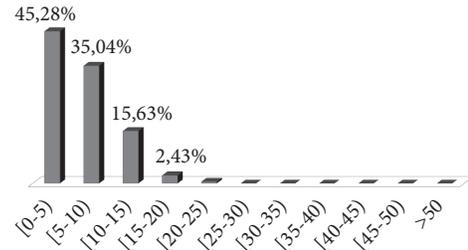


Figura 4. Estadística de puentes por longitud (unidades en metros)
Fuente: elaboración propia

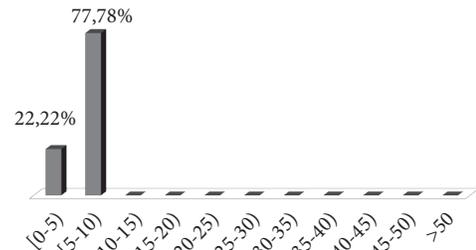
Se observa que el gran porcentaje de los puentes son de corta longitud con luces inferiores a 12,5 m, cuyo rango de mayor incidencia es para longitudes entre 5 m y 7,5 m.

3.3 Longitud para las diferentes tipologías

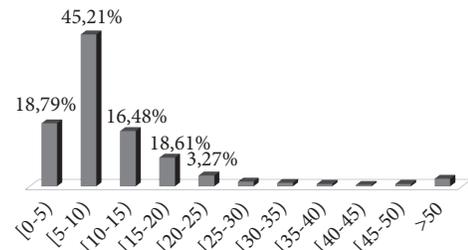
Es importante conocer también las diferentes distribuciones de longitud para las variadas tipologías estructurales de mayor uso en los puentes de las vías secundarias del departamento de Antioquia (figura 5).



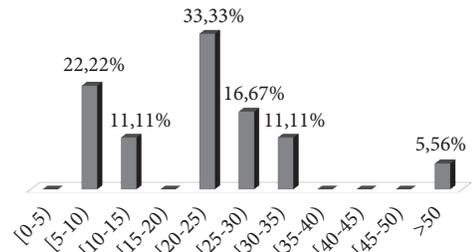
5 a) Box culvert



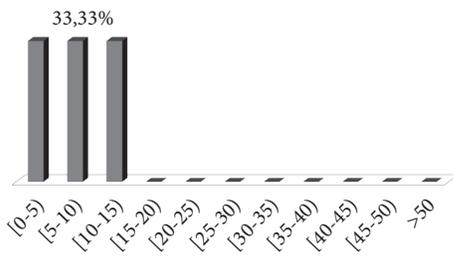
5 b) Concreto ciclópeo



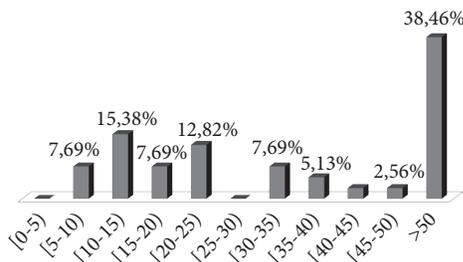
5 c) Concreto reforzado



5 d) Metálico



5 e) Tubería



5 f) Postensado

Figura 5. Variación de longitud para las diferentes tipologías (unidades en metros)

Fuente: elaboración propia

3.4 Puentes por subregión

Se determinó también la incidencia de la cantidad de puentes en las principales subregiones de la división política que tiene Antioquia. Estos resultados se muestran en la figura 6.

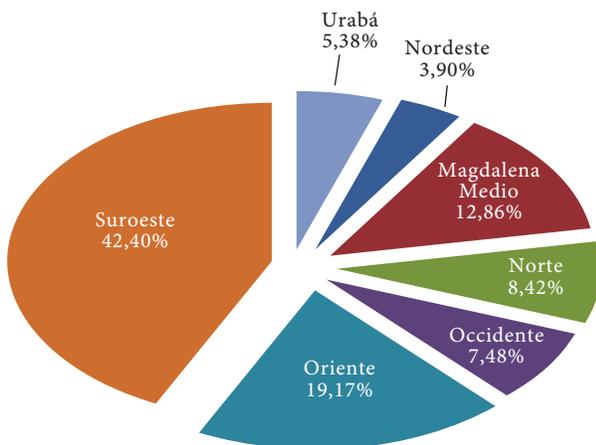


Figura 6. Estadística de puentes por subregión

Fuente: elaboración propia

La mayor participación en las diferentes subregiones del departamento de Antioquia respecto a los puentes de las vías secundarias se encuentra concentrada principalmente en la región del Suroeste seguido por el Oriente antioqueño.

3.5 Estado de la superestructura

La superestructura comprende generalmente la superficie de rodamiento, las vigas y la losa superior que conforman la estructura de un puente. El registro estadístico de las observaciones realizadas a las superestructuras de los puentes de las vías secundarias del departamento de Antioquia se puede observar en la figura 7.

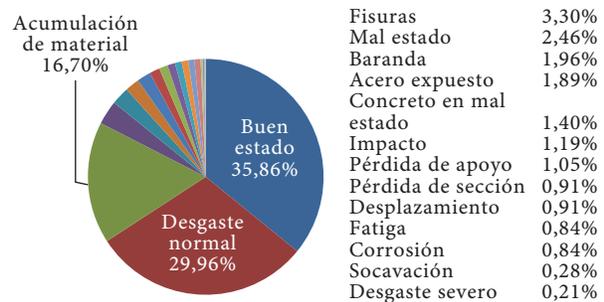


Figura 7. Estado de la superestructura

Fuente: elaboración propia

Los principales defectos encontrados en la superestructura de los puentes pertenecientes a las vías secundarias del departamento de Antioquia son el desgaste normal por el uso y la acumulación de material.

3.6 Estado de la superestructura para las diferentes tipologías

No sólo es importante conocer las diferentes patologías que se presentan en general para los puentes que existen en la red vial secundaria del departamento de Antioquia, sino que es también muy importante identificar los problemas que se generan en las diferentes tipologías, que permitan establecer un plan de acción y mantenimiento mucho más de acuerdo con las necesidades específicas de los puentes a repotenciar. Para ello se estableció una estadística que revisa el estado de la superestructura conforme con las principales tipologías de los puentes encontradas (figura 8).

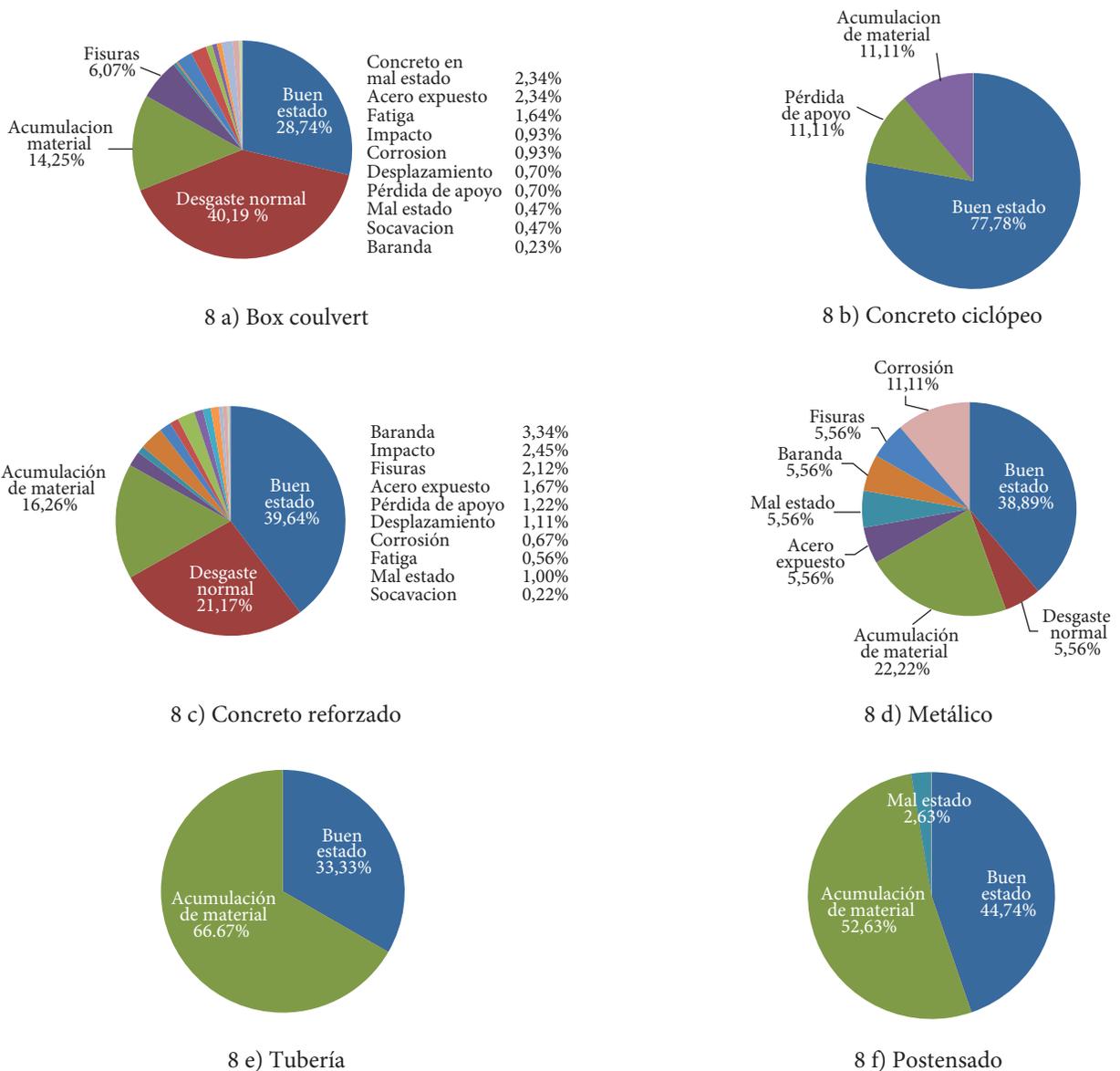


Figura 8. Estado de la superestructura para las diferentes tipologías

Fuente: elaboración propia

Aunque son variadas las patologías presentes en la superestructura de los puentes para las diferentes tipologías de puentes, se puede observar que en un porcentaje superior la mayoría de las superestructuras analizadas se encuentra en buen estado.

3.7 Grado de intervención en los puentes

Este grado de intervención se hace de acuerdo con la escala cualitativa propuesta por Sipucol y que en la actualidad

es usada por el INVÍAS. La escala cualitativa empleada en el inventario realizado resume el estado del puente en sólo tres tipos de estado según metodologías avaladas por Sipucol. Los tres estados propuestos son: cero (0) si no requiere intervención, uno (1) si su intervención puede esperar y dos (2) si se necesita intervención inmediata. El resultado final de la inspección para los puentes pertenecientes a la red vial secundaria del departamento de Antioquia, tal como se puede observar en la figura 9.

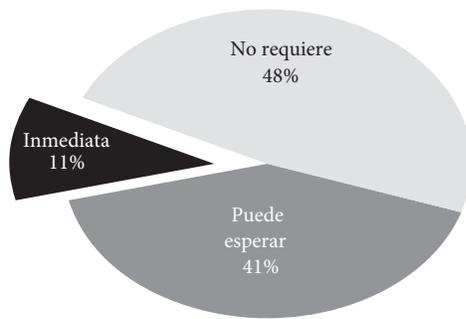


Figura 9. Grado de intervención de los puentes
Fuente: elaboración propia

Gracias a los resultados parciales de este inventario, entre finales del 2011 y mediados del 2012, varios puentes de esta estadística que requerían intervención inmediata ya se han reparado, y con recursos de Colombia Humanitaria se construyeron 11 puentes nuevos sobre la red vial secundaria.

4. Conclusiones

La tipología de construcción de los puentes en las vías secundarias de Antioquia con un mayor porcentaje de incidencia son los puentes construidos en concreto reforzado con un 64,35% y la de menor porcentaje son los puentes con tubería con el 0,23%.

Gran porcentaje de los puentes que pertenecen a la red vial secundaria del departamento de Antioquia son de corta longitud, inferior a 12,5 m, en un porcentaje de participación del 78,33%.

La región con el mayor porcentaje de la infraestructura de puentes en la red vial secundaria para el departamento de Antioquia es el Suroeste con el 42,40% y la de menor el Nordeste con un 3,90%.

En general, el mayor porcentaje de las superestructuras en los puentes de las vías secundarias del departamento de Antioquia se encuentra en buen estado con un 35,86%.

Más del 50% de los puentes que pertenecen a la red vial secundaria requieren de algún tipo de intervención, lo que genera la necesidad de establecer nuevas políticas y técnicas de intervención y monitoreo de toda la red de puentes en el territorio antioqueño.

Agradecimientos

A la Gobernación de Antioquia, en especial, a la Secretaría de Infraestructura Física del Departamento, por la recolección de la información. A la Universidad de Medellín y sus estudiantes de la Especialización en Ingeniería de la Construcción: Andrea Betancur, María Bedoya y Mónica Montoya, por su apoyo en el procesamiento de la información. Igualmente a Colciencias y a la organización Enlazamundos de la Alcaldía de Medellín por la financiación de los estudios de doctorado de John Mario García que hicieron posible esta investigación.

Referencias

- [1] A. Chinchilla, F. Mejía y V. Ramírez, "Análisis y diseño estructural de subestructuras para puentes de claros cortos según normas AASHTO". Tesis de pregrado. Universidad de Oriente. El Salvador, 2008.
- [2] D. Ruiz y L. E. Yamin, "Vulnerabilidad sísmica de puentes en Colombia y estrategias para su rehabilitación", *Revista de Ingeniería*, n.º 13, pp. 74-80, Mayo 2001. [En línea]. Disponible en: <https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/Rv13-A10.pdf>
- [3] E. Muñoz y E. Valbuena, "Evaluación del estado de los puentes de acero de la red vial de Colombia", *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, vol. 4, n.º 2, pp. 125-140, 2004. [En línea]. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/82/82>
- [4] E. Muñoz, R. Hernández, E. Valbuena, L. Trujillo y L. Santacruz, "Rehabilitación de los puentes de la Red de Carreteras de Colombia, basados en inspecciones visuales, estudios especializados y estrategias de reparación", *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 20, n.º 1, pp. 159-160, 2005. [En línea]. Disponible en: <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/124/pdf>
- [5] Universidad Nacional de Colombia e Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la Red Nacional de Carreteras: manual para la inspección visual de puentes y pontones*. Bogotá, Colombia, 2006. [En línea]. Disponible en: file:///D:/Downloads/docu_publicaciones4.pdf