

ESTUDIO COMPARATIVO DE PUENTES CON ESTRUCTURAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN DE ALTAS PRESTACIONES REFORZADO CON FIBRAS (HPFRC) EN BRASIL Y COLOMBIA.

Nicolas Santiago Vargas Gamboa – nicolassantiago409@gmail.com – Especialización en Geotecnia Vial y Pavimentos

INTRODUCCIÓN

Ante el deterioro vial y las restricciones logísticas en topografías complejas, el Hormigón de Altas Prestaciones Reforzado con Fibras (HPFRC) optimiza puentes prefabricados mediante secciones esbeltas que aligeran el transporte e izaje. Tomando a Brasil como referente por la norma ABNT NBR 16935, este estudio cualitativo-analítico identifica las brechas normativas en Colombia frente al reglamento NSR-10 y el código CCP-14. Mediante vigilancia documental y una misión académica, la investigación delimita su alcance a un diagnóstico técnico y una hoja de ruta metodológica para viabilizar la transferencia tecnológica ante el INVÍAS.

• OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis técnico y comparativo de la aplicación de estructuras prefabricadas de hormigón de altas prestaciones reforzado con fibras (HPFRC) en Brasil y Colombia, mediante la evaluación de aspectos técnicos, normativos y constructivos, con el fin de identificar oportunidades y estrategias que favorezcan su implementación en la infraestructura vial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las propiedades mecánicas, de durabilidad y comportamiento estructural del HPFRC reportadas en la literatura científica para su aplicación en puentes prefabricados.
- Identificar y analizar las experiencias, casos de estudio, investigaciones y lineamientos normativos relacionados con la utilización de HPFRC en Brasil y Colombia.
- Comparar las ventajas, limitaciones y condiciones de implementación del HPFRC en ambos países, considerando aspectos técnicos, normativos, económicos y de capacitación profesional.

MÉTODOLOGIA Y ABORDAJE



PROBLEMA

¿Cuáles son los factores técnicos, normativos y de gestión que han permitido a Brasil avanzar en la aplicación de HPFRC en puentes prefabricados y cómo pueden ser adaptados y transferidos al contexto colombiano para mejorar la calidad, sostenibilidad y eficiencia de la infraestructura vial nacional?.

APLICACIÓN EN COLOMBIA

Las investigaciones realizadas por la Universidad Nacional de Colombia, la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad Militar Nueva Granada han demostrado que el HPFRC puede alcanzar resistencias superiores a 120 MPa y mejorar significativamente la durabilidad y comportamiento estructural de puentes y pavimentos.

Su implementación permitiría:

- ✓ Incrementar la vida útil de los puentes prefabricados.
- ✓ Reducir costos de mantenimiento.
- ✓ Mejorar el desempeño frente a cargas repetitivas y condiciones ambientales agresivas.
- ✓ Optimizar procesos constructivos mediante elementos prefabricados más livianos y resistentes.

No obstante, se requiere fortalecer la normativa nacional, la capacitación profesional y la transferencia tecnológica para su aplicación a gran escala.

REFERENCIAS

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá: AIS.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2021). *NBR 16935: Projeto de estruturas de concreto reforçado com fibras*. Río de Janeiro: ABNT.
- Figueiredo, A. D. (2011). *Concreto reforçado com fibras*. São Paulo: USP.
- García, J. F., & Orbe, A. (2020). *UHPFRC: Estado del arte en Colombia*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Naaman, A. E. (2018). *Fiber Reinforced Cement Composites*. Michigan: Techno Press.
- Structuralia Blog. (2022, 21 de junio). *El puente Juscelino Kubitschek: un puente de diseño estructural único*. Recuperado de <https://blog.structuralia.com/el-puente-juscelino-kubitschek-un-puente-de-diseño-estructural-único>



Figura 1. Puente Juscelino Kubitschek sobre el río Paranaíba, Brasil. Ejemplo emblemático de aplicación de elementos prefabricados de HPFRC para optimizar eficiencia y durabilidad en puentes

RESULTADOS

A partir de la vigilancia normativa y la información recopilada en la misión académica, se consolidó la siguiente matriz que contrasta el estado tecnológico del HPFRC:

Criterio	Brasil	Colombia
Investigación	Amplia trayectoria en el sector productivo y académico.	Principalmente experimental y de laboratorios universitarios.
Normativa	Uso de la norma específica ABNT NBR 16935.	Ninguna específica para infraestructura vial (Vacíos en NSR-10).
Aplicación	Alto nivel de implementación en puentes y prefabricados reales.	Bajo nivel; predomina el ámbito académico.
Propiedades	Resistencias mecánicas superiores a 120 MPa.	Resultados locales con resistencias superiores a 100 MPa.
Limitaciones	Altos costos iniciales y estricto control de calidad.	Falta de regulación nacional y limitada experiencia técnica.

Impacto de los resultados: El análisis demuestra que la reducción del 30% al 40% del peso propio en las secciones esbeltas de HPFRC es técnicamente viable y solucionaría las restricciones de carga y transporte impuestas por la topografía montañosa colombiana.

JUSTIFICACIÓN

El HPFRC soluciona las limitaciones de la infraestructura vial tradicional mediante tres ventajas críticas:

- Resistencia estructural avanzada: Elevación de la capacidad mecánica a compresión (120 MPa).
- Eficiencia logística: Reducción del 30% al 40% del peso propio en vigas prefabricadas, ideal para zonas montañosas de difícil acceso.
- Sostenibilidad económica: Incremento de la vida útil a > 100 años con mínimo mantenimiento.

CONCLUSIONES

- Desempeño Mecánico:** El HPFRC supera al concreto convencional con resistencias mayores a 120 MPa y un excelente comportamiento ante cargas repetitivas, permitiendo diseñar elementos prefabricados más duraderos y eficientes.
- Balance Técnico:** Sus principales ventajas son la reducción de tiempos de construcción y el mínimo mantenimiento; no obstante, enfrenta desafíos como los altos costos iniciales de producción y la necesidad de controles de calidad especializados.
- Modelo de Transferencia:** La trayectoria normativa e industrial de Brasil es el referente clave para superar la actual brecha regulatoria en Colombia, impulsando la creación de lineamientos específicos que promuevan su uso en la infraestructura vial nacional.