



Evaluación del desarrollo en infraestructura fluvial para el corredor logístico del río Magdalena

Evaluation of the development in fluvial infrastructure for the logistical corridor of the Magdalena river

Andrés Ignacio Zamudio Castro*
Giovanny Alexander Baquero Villamil**
Mateo Pachón Rincón***

(Recibido el 02-06-2018. Aprobado el 31-10-2018)

Estilo de citación de artículo:

A. Zamudio Castro, G. Baquero Villamil, y M. Pachón Rincón, "Evaluación del desarrollo en infraestructura fluvial para el corredor logístico del río Magdalena", *Lámpasakos*, (21), pp. 75-84. (enero-junio, 2019). DOI: <https://doi.org/10.21501/21454086.2691>

Resumen.

El desarrollo fluvial es uno de los aspectos que está en boca de todos cuando de apuestas hacia el desarrollo logístico del país se trata. Desaprovechado por años, el transporte fluvial permite alta capacidad de carga, es económico, su impacto ambiental es bajo y tiene gran capacidad de integración multimodal. Es por ello que este artículo presenta una evaluación del desarrollo en infraestructura que ha tenido el corredor logístico del río Magdalena en los últimos 18 años, empezando en el año 2000, recorriendo las propuestas que se han hecho para incentivar y fortalecer el desarrollo de operaciones logísticas efectuadas a lo largo del río.

El ejercicio metodológico se provee, en primera instancia, de una descripción sobre la inversión en desarrollo e infraestructura para los puertos del corredor logístico objeto de estudio, entre ellos el de Puerto Salgar en el departamento de Cundinamarca, y la salida del afluente en el puerto de Barranquilla. Posterior a esto, se hace un recorrido de la operación actual en el corredor, y de los corredores que se encuentran en procesos de estudio por parte de entidades gubernamentales para su próxima intervención de acuerdo con las restricciones propias que presenta el afluente.

Luego de la exposición en infraestructura se presentará una descripción de los planes de inversión, desarrollo e implementación sobre los planes, para después concluir presentando un planteamiento general de la situación del río, que permita empezar a contemplar elementos sobre el desarrollo del corredor a futuro.

Palabras clave: Modo fluvial; Logística; Multimodal; Infraestructura fluvial; Río Magdalena; Transporte.

* Ingeniero Industrial, Estudiante de Maestría, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: azamudioc@poligran.edu.co

** Ingeniero Industrial, Estudiante de Maestría, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: gbaquero@poligran.edu.co

*** Magister en Ingeniería Industrial, Ingeniero – Automatización Industrial, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: mpachonr@poligran.edu.co

Abstract.

River development is one of the aspects that is in the public eye when talking about logistics development of the country. Unused for years, fluvial transport allows high load capacity, it is economical, its environmental impact is low and it has great capacity for multimodal integration. For all these reasons, this article presents an evaluation of the infrastructure development that the logistics corridor of Magdalena River has had in the last 18 years, beginning in 2000; it covers the proposals that have been made to encourage and strengthen the development of logistics operations carried out along the river. The methodological exercise involves a description of the investment in development and infrastructure made to the ports of the logistics corridor under study, among them Puerto Salgar in Cundinamarca department, and the exit of the tributary in Barranquilla's port. It also includes the current situation of the operations made in the corridor, as well as in the corridors that are being studied by governmental entities with the purpose of being intervened in accordance with the restrictions that the tributary presents. After displaying the information regarding to infrastructure, a description of the investment plans, development and implementation of the plans will be presented. Finally, the conclusion will expose a general approach to the situation of the river that allows to begin taking into consideration some elements to help the development of the corridor in the future.

Keywords: Fluvial mode; Logistics; Multimodal; Fluvial infrastructure; Magdalena river; Transport

1. INTRODUCCIÓN

El interés por incentivar el desarrollo e inversión en corredores fluviales, como una alternativa viable y de bajo costo propuesta por el Gobierno Nacional, se evidencia en la participación de diferentes actores en el desarrollo de corredores fluviales; estos estudios en muchos casos parten de la generación de políticas públicas que permiten el desarrollo continuado e incremental, y consideran la interacción entre los agentes que componen un sistema logístico y sus dinámicas [1]. Si bien la ejecución de políticas públicas en Colombia aún tiene grandes retos, hay avances en materia de transporte fluvial, por ejemplo, el decreto 2079 asociado a las actividades portuarias fluviales que parte del principio de interés público [2].

Se toman como estandarte representativo el afluente del río Magdalena -considerado como el principal afluente del país dada su longitud y recorrido por diferentes departamentos-, con miras a mostrar cómo las inversiones en infraestructura y las políticas asociadas al transporte de bienes cobran importancia en el desarrollo y la eficiencia de los sistemas logísticos, por ejemplo, al cambiar el tipo de vehículos y sus capacidades [3]; adicionalmente elementos asociados a la infraestructura especializada y a su desarrollo [4].

Caracterizado por su uso en los tiempos modernos para el transporte de hidrocarburos, carbón y productos a granel, el río Magdalena no cuenta con un gran desarrollo en infraestructura; lo que se debe al abandono por parte del Estado, las restricciones impuestas por el mismo río, la falta de inversión y el desaprovechamiento de las ventajas operacionales del transporte fluvial. Uno de los referentes en relación a estos elementos estratégicos para el desarrollo de la logística nacional es el documento Conpes 3547 [5].

Por las situaciones anteriormente mencionadas, el propósito de este artículo es esbozar la situación general del río Magdalena en cuanto a inversión y desarrollo de obras de infraestructura física, con el fin de fortalecer y habilitar su corredor. El informe nacional de competitividad para los años 2014-2015 indica que, en materia de infraestructura, no es uno de los ele-

mentos que se destaquen por su avance con respecto a otros países [6]. Esto describiendo su desarrollo por los principales tramos del afluente comprendidos entre el puerto de Puerto Salgar y la salida del río Magdalena; tomando como referencia el documento CONPES 3758 propuesto para la ejecución de las nuevas obras de desarrollo [7].

Por último, los autores agradecen la financiación y el apoyo otorgado por Colciencias y el Ministerio de Transporte de Colombia para el desarrollo del proyecto: *Estudio del transporte de carga en los principales corredores de Colombia -E-Transcol*, otorgado a través de la convocatoria pública 603 de Colciencias: *Convocatoria para la selección de un proyecto de investigación para la optimización de la cadena logística de transporte de carga en Colombia* [8].

2. METODOLOGÍA

El grupo E-TRANSCOL, durante su participación en la identificación del corredor logístico nacional y basado en la política pública nacional para el transporte de carga [9], ha identificado como uno de sus objetivos primarios el:

Diseñar un modelo prototipo de corredor logístico que permita formular estrategias y arreglos institucionales, en relación al cual se puedan identificar los cambios necesarios que permitan mejorar el desempeño logístico del sector transportador de carga, con base en escenarios futuros deseados y no deseados en los principales corredores del país [8].

Para el logro del mismo identifica como actividad necesaria “desarrollar un sistema de indicadores logísticos que permita monitorear el desempeño del sistema logístico de carga, específicamente en el corredor ideal” [8].

Por tal motivo, se desarrolla una fase de investigación que pretende identificar variables relevantes para medir el desempeño de los corredores logísticos nacionales, tomando como caso particular el corredor fluvial del río Magdalena, dada su importancia para el

progreso de diferentes sectores que desde años atrás realizan el transporte de carga por este corredor, así como los nuevos interesados dado el auge en desarrollo que se ha gestionando en los últimos años [8].

A continuación, se describe el proceso metodológico para la evaluación del desarrollo en infraestructura que se ha venido trabajando en el río Magdalena en los últimos años. Como primera parte se hace una corta reseña histórica del río, su progreso e importancia para el país; luego se describen las medidas implementadas para el mejoramiento del desempeño del corredor logístico del río Magdalena con base en los objetivos propuestos en el documento CONPES 3758. Siguiendo con el desarrollo de la evaluación, se plantea una descripción del estado de los puertos fluviales del corredor, en el tramo seleccionado entre Puerto Salgar y la salida del río Magdalena en el Caribe colombiano [7].

Por último, se realizará una breve descripción de los planes de inversión, desarrollo e implementación sobre ellos, para concluir con un planteamiento general de la situación del río en cuanto al avance de infraestructura y posibles situaciones futuras, con el fin de ahondar en investigaciones de logística fluvial en el país.

3. ANTECEDENTES

El recurso fluvial es una de las principales formas de transporte. Su importancia radica en la posibilidad de movilizar carga con bajos costos de operación, en grandes volúmenes y con la capacidad de conectar dicho material con diversos modos de transporte, como son el terrestre, aéreo y ferroviario [10]. Permite además establecer altos niveles de seguridad y movilidad a través del desarrollo de redes logísticas para la movilización de mercancías y puntos de carga y descarga mediados por la interconexión con zonas de transbordo y puertos [11], [12]. Lo anterior requiere una gran inversión de recursos destinados al mejoramiento de las operaciones logísticas para la adecuación de dicho modo de transporte, lo cual será el eje central de este

artículo, explicando claramente los requerimientos y los proyectos que se han venido ejecutando durante los últimos años en el país.

El río Magdalena es conocido como el principal afluente de Colombia por su extensión de 1550 km, que atraviesa medio país entre las cordilleras central y occidental, conectando a gran parte del centro de Colombia con el mar Caribe. Su extensión corresponde al 24% de la superficie del país y conecta a los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Caldas, Atlántico, Bolívar, Santander y Magdalena. Con solo 1024km aptos para la navegación de vehículos de carga [7].

La literatura da cuenta de cómo era utilizado el río Magdalena como principal modo de transporte de mercancías en los siglos XV y XVI; su importancia se veía opacada por las restricciones de navegación definidas por el mismo afluente [13]. Sin embargo, ha sido fundamental como eje de desarrollo económico, transporte de carga y pasajeros, destacándose a lo largo de la historia.

Para los siglos XVIII y XIX, con la llegada de los caminos de herradura y las instalaciones de grandes centros urbanos en localizaciones lejanas a la ladera del río, el transporte de carga por medio fluvial empezó a perder importancia; aun cuando seguían siendo surcados por máquinas a vapor que se encargaban de transportar pasajeros y mercancías por todo el corredor, el desarrollo que se le dio a este medio no fue el esperado [13].

Hacia 1920, el comercio del país tenía proyecciones de rápido desarrollo, las importaciones eran cercanas a 350 mil ton/año, contando con una flota de 97 buques a vapor [14]. Para el año de 1922, comienza una época de transformación en el transporte fluvial del río Magdalena motivada por la llegada del "fuel oil", que reemplazó la leña y el carbón como combustible de la flota. Estos cambios se desarrollaron como consecuencia de la puesta en operación de la refinería de Barrancabermeja. Así mismo, los desarrollos de algunos sectores productivos del país han ido de la mano del avance de esta industria, tal es el caso de los hidrocarburos y su

DOI: <https://doi.org/10.21501/21454086.2691>

vinculación con el puerto de Barrancabermeja, el cual se ha especializado en el embarque de barriles de derivados de hidrocarburos para ser transportados a los puertos de la zona caribe para su posterior comercialización o exportación.

La transición tecnológica en la flota por buques propulsados por motores diésel llegó cerca al año 1940, aprovechando las ventajas que los usos de estas tecnologías proporcionaron en velocidad y capacidad de los buques, y comodidades para la tripulación y los pasajeros. Registros históricos presentan que en 1956 se movilizaron cerca de 2 millones de ton/año y más de 360 mil pasajeros [14].

Múltiples intentos de aprovechamiento del río se han propuesto, pero sus características de navegación y el desarrollo multimodal han sido los principales obstáculos en el desarrollo del río Magdalena. Se han iniciado proyectos de gran nivel, pero por malas gestiones no se han desarrollado como se esperaba y quedan obras inconclusas [15].

Con la llegada del ferrocarril del Pacífico, se dejó de lado la utilización del río como medio de transporte de carga. Para los años de 1950, el desarrollo de carreteras y nuevas alternativas de transporte, como el transporte aéreo, opacaron al ferrocarril del Pacífico y el río Magdalena. En 1991, con la expedición de la Constitución Política del País, se realiza un reajuste al Ministerio de Transporte, proporcionando herramientas para la creación de organismos como la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena – Cormagdalena, encargada de los aspectos técnicos y de control del río [14]. Instituciones vinculadas con el transporte fluvial como Cormagdalena desarrollan análisis como el *“Estudio de demanda de transporte del sistema fluvial del río Magdalena y evaluación beneficio costo de la instrumentación de un esquema de reactivación de la navegación fluvial”*, ejecutado en el año 2001 como una herramienta para justificar la inversión sobre el río y reactivar su operación [15].

En los últimos años se han venido gestionando proyectos con miras a desarrollar y fortalecer el transporte fluvial existente; es el caso del proyecto de locomotora de la infraestructura propuesto por el Gobierno Nacional, o los documentos CONPES 3758 [7]. Este desarrollo se encuentra de manera lenta y sectorizada sobre algunos focos específicos, desatendiendo zonas críticas que garantizarían el avance y posible desarrollo del corredor con miras a acercar los puertos a los centros urbanos organizados en el interior del país.

4. PROYECTOS DE DESARROLLO EN INFRAESTRUCTURA FLUVIAL DEL RÍO MAGDALENA

El río Magdalena

El atractivo de los proyectos de desarrollo en el río Magdalena ha captado la atención de navieras inversoras para aprovechar las potencialidades del mercado que se encuentran aún sin explorar, y con gran apoyo en cuanto al desarrollo en infraestructura por parte del Gobierno Nacional. Colombia es un país destacado por su riqueza hídrica; cuenta con una red fluvial de longitud total de 24.725km, de la cual corresponde al río Magdalena 1.550km desde su nacimiento en la laguna de la Magdalena, hasta la desembocadura en el mar Caribe [7].

Navegable en un 66% de su longitud total, ocupa el 24% de la superficie continental del país, su uso no se limita al transporte de mercancías, es utilizado también para generar el 70% de la producción hidroeléctrica del país y el 95% de la termoeléctrica. Registra el mayor movimiento fluvial del país con 44,69%, y 0,6% de la carga total que se moviliza en el país. El tramo seleccionado entre Puerto Salgar, Cundinamarca y la desembocadura del río en Barranquilla, cuenta con 909km navegables y habilitados para el transporte de carga y/o pasajeros [7].

Estado actual del corredor fluvial y sus puertos

El río se encuentra dividido en tramos bajo los cuales se pueden efectuar proyectos de desarrollo celebrados con particulares [16], algunas de las obras más sobresalientes que se encuentran contratadas son (ver Tabla 1):

Tabla 1. Principales obras de infraestructura desarrolladas

Proyecto	Costo (Cop)
Mantenimiento del sector Barrancabermeja – Calamar, como un convenio con Ecopetrol, para realizar obras de dragado en el río Magdalena en el tramo comprendido entre Barrancabermeja y Calamar (excluyendo Pinillos)	\$6.000 millones
Dragado hidráulico en la jurisdicción del municipio de Pinillos, con las dragas "CORMAGDALENA 1" y "DHC-9"	\$1.590 millones
Dragado y la interventoría para el mantenimiento de la profundidad del canal navegable en el río Magdalena en el sector comprendido entre Puerto Salgar / La Dorada (Cundinamarca / Caldas)–Barrancabermeja (Santander)	\$8.123 millones
Mantenimiento de la profundidad del canal navegable del río Magdalena mediante dragado en el Puerto de Barranquilla	\$9.479 millones

Puertos fluviales

La situación de los puertos del río es el factor más desalentador del corredor, su capacidad es rebasada por la demanda estimada, y la ineficiencia en factores claves como el tamaño, calidad y servicio, hacen ver un panorama de fracaso en la operación fluvial [17]. Factores deficientes en el contexto de los puertos son los siguientes:

- Los muelles inapropiados.
- Falta de patios de almacenaje.
- Bodegas.
- Servicios complementarios.

Los equipos tecnológicos con los que se cuenta para el manejo de la carga en los puertos no son los adecuados, como tampoco lo son los aspectos de seguridad industrial [7]. El río cuenta con 13 concesiones

portuarias, con inversiones estimadas cercanas a los \$34 mil millones y otras 9 solicitudes de concesión con una inversión de \$190 mil millones de pesos, lo que ayudará al desarrollo y mejoramiento de las condiciones actuales de los muelles [14].

Plan para restablecer la navegabilidad del río Magdalena

El río cuenta con 13 concesiones portuarias, con inversiones estimadas cercanas a los \$34 mil millones de pesos colombianos. El documento CONPES 3758 planteó un plan de acción en 2013, con el fin de restablecer la navegabilidad en el río Magdalena; proponiendo a corto plazo el mejoramiento de las condiciones de navegabilidad del río, y en el mediano plazo, el desarrollo de este corredor fluvial como un corredor logístico intermodal [18]. En este orden de ideas, se plantean una serie de objetivos para restablecer la navegabilidad del río Magdalena, en particular:

- Mejorar la navegabilidad del río Magdalena a través de adecuadas inversiones en infraestructura y ayudas a la navegación.
- Consolidar la oferta de infraestructura logística integrada en los diferentes nodos estratégicos.
- Permitir una navegación segura y continua durante las 24 horas del día, para lo cual se debe ampliar la cobertura del Sistema de Asistencia Satelital (SNS).
- Mitigar impactos ambientales que actualmente afectan la condición ecológica de la cuenca y del recurso hídrico, sumado a la afectación de sus usos y aprovechamientos socioeconómicos, como lo es la navegabilidad. Esta articulación proporcionará herramientas para la recuperación y desarrollo del corredor. En particular el plan está compuesto de tres ejes (ver Figura 1):

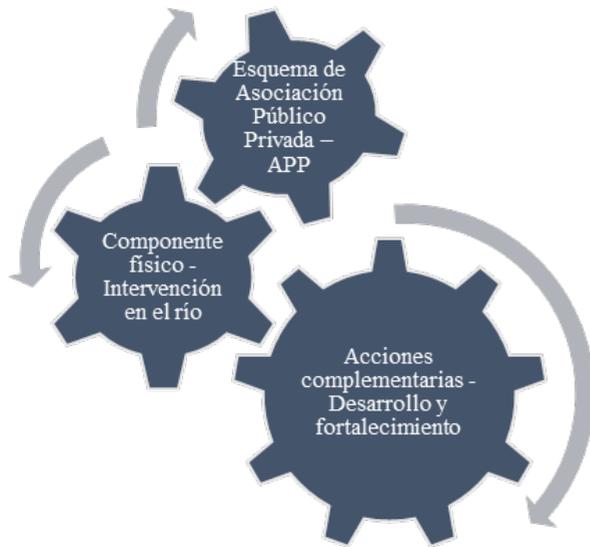


Fig. 1. Plan de recuperación para el desarrollo del corredor

- Esquema de Asociación Pública Privada – APP: mediante la elaboración de los análisis necesarios para ejecutar el proyecto bajo un nivel de conformidad con los requisitos y procedimientos contemplados en la Ley 1508 de 2012 y sus decretos reglamentarios, los cuales logren hacer un traslado eficiente de los riesgos buscando maximizar el río como una gran arteria de transporte [19].
- Componente físico: contempla una serie de intervenciones en el río orientadas a la ampliación de kilómetros navegables, en búsqueda de mejorar las condiciones de navegabilidad sobre el río.
- Acciones complementarias orientadas hacia el desarrollo y fortalecimiento: enfatizan en el desarrollo de obras alternas al río, que fortalecerán los servicios de transporte intermodales, y logísticos [20].

Dada la naturaleza de la investigación que se pretende abordar, se realiza un énfasis en el componente físico del plan de acción descrito por el Departamento Nacional de Planeación [7].

Proyectos de desarrollo en infraestructura

Con el objetivo de mejorar las condiciones de navegabilidad, se realizó un análisis del sistema de transporte en el corredor del río Magdalena, los volúmenes, pesos y tipos de carga movilizados; el origen y destino y los costos de operación de los modos fluvial en comparación con el carretero y férreo de la zona comprendida por el corredor; por otro lado, hay estudios que indican la necesidad de analizar el transporte multimodal en áreas próximas a la cuenca del Magdalena [21].

Bajo la estimación de demanda de carga a movilizar por cada puerto, se definieron cuáles serían los beneficios e ingresos esperados para cada actor debido a la reactivación de los puertos, determinando en cada caso la relación de costo/beneficio que se puede presentar, además de otras medidas o indicadores. Este estudio realizado por Cormagdalena concluyó que es factible el desarrollo de la navegación desde Barranquilla hasta Puerto Salgar, técnica y económicamente, teniendo un estimado de capacidad máxima de circulación por el corredor de 550 millones de toneladas/año [14].

De acuerdo con lo mencionado, las acciones de intervención en el río se dividieron en 15 tramos según el nivel de atención necesaria, y la asignación prioritaria asignada por el estudio realizado por Cormagdalena. Esto con el fin de definir un canal navegable y que permita una profundidad de 7 pies en el tramo de 256km [7].

5. COMPONENTE FÍSICO E INFRAESTRUCTURA

Navegabilidad en 256 km: desarrollo de obras de encauzamiento en el tramo Puerto Salgar / La Dorada – Barrancabermeja

Cormagdalena identificó como prioritario el tramo comprendido entre Puerto Salgar/La Dorada y Barrancabermeja, que cuenta con una extensión de 256 Km., para mejorar las condiciones de navegabilidad del río y así permitir el aprovechamiento del corredor para

el transporte de carga del interior del país hacia el mar Caribe o viceversa (CONPES 3758). A continuación la descripción de las obras:

- **Canal navegable:** es necesario realizar ajustes al canal existente en buena parte de su recorrido, para mejorar radios, anchuras, y profundidades, que cumplan con los estándares de navegación definidos por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos – USACE [22].
- **Estructuras de encauzamiento:** las obras de encauzamiento utilizan la metodología que el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos maneja en el río Mississippi. Las obras consisten en un conjunto de revestimientos en trinchera, diques de alineamiento y enrocado, y anclajes de diques de enrocado, para minimizar la dispersión de los caudales en tiempos de sequía y concentrarlos en un solo canal principal más profundo y operativo [22].
- **Detalles de señalización y paso de canoas:** los diques tendrán pasos de canoas para no interferir con el desarrollo propio de las comunidades riverleñas, que dependen de la pesca en el río.
- **Obras de encauzamiento permanentes que permitan el tránsito de convoyes con mayor capacidad de carga, entre estas (ver Tabla 2):**

Tabla 2. Principales obras de adecuación

Obras	Descripción
Revestimientos en trincheras	Sirven para revestir orillas que están en proceso de erosión, o para conformar alineamientos futuros de la orilla.
Diques de alineamiento en enrocado	Estructuras que se construyen en el fondo del río para mejorar o para dirigir el flujo en cruces y áreas donde la orilla es demasiado baja.
Diques de enrocado para control de flujo en aguas bajas	Sirven para control del flujo de aguas bajas en brazos menores, orientar las líneas de corriente, promover el desarrollo de nuevas orillas, y servir como pantallas hacia tierra en complemento.
Anclajes de diques de enrocado	Sirven para empotrar las estructuras en los barrancos laterales del río.

Desarrolladas las obras de encauzamiento, se garantizará que convoyes tipo R-2B-2B (Remolcador + seis barcasas en tres hileras de a dos), con capacidad máxima de carga de 6.000 y 7.200 toneladas en cada uno de los remolcadores, puedan transitar en condiciones permanentes y seguras de navegabilidad durante los 365 días del año.

Estas obras tienen un costo aproximado de USD\$ 387.5 millones para los 256 Km del tramo Puerto Salgar – Barrancabermeja, arrojando un costo promedio de USD\$1.55 millones/Km.

Medidas de mejoramiento tramo Puerto Salgar / La Dorada – Bocas de Ceniza / Barranquilla

Concluido el objetivo de aumentar la profundidad del corredor fluvial del río Magdalena en el tramo Puerto Salgar y Barrancabermeja, será necesario garantizar las actividades de dragado a lo largo de todo el corredor, desde Puerto Salgar – La Dorada, hasta Bocas de Cenizas – Barranquilla, con una longitud de 909 km. Lo que busca este programa de dragado hidráulico es garantizar las condiciones de profundidad que habiliten la navegabilidad en el río, basadas en la norma del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos – USACE, de acuerdo con el tramo correspondiente (ver Tabla 3):

Tabla 3. Condiciones de profundidad para la navegabilidad por tramo

Tramo	Calado
Primeros dos (2) km, desde Bocas de Ceniza hacia el Puente Laureano Gómez	40 pies
Canal de acceso	37,5 pies
Tramo entre Barranquilla y Barrancabermeja (km 630)	7 pies
Barrancabermeja y Puerto Berrío	6 pies
Puerto Berrío y Puerto Salgar	4,5 pies

En el tramo Barrancabermeja y Puerto Salgar, el objetivo es lograr la profundidad de 7 pies cuando se finalicen las obras de inversión en puertos y en el corredor.

6. CONCLUSIONES

Como se evidencia en el artículo, las obras desarrolladas por parte del gobierno nacional han sido grandes, pero no suficientes para permitir la navegabilidad y el transporte de materiales, mercancías y personas por modo fluvial en el río Magdalena. La importancia de dicho corredor radica en la posibilidad de conexión del territorio nacional por medio de los más de 1500 km de recorrido. Como elementos fundamentales de esta investigación, se definen los siguientes elementos:

- El interés por fomentar el desarrollo de corredores fluviales por parte del Gobierno, con participación de entidades privadas, beneficiará el fortalecimiento de los mismos mediante la inversión y motivación de nuevos actores frente al uso de estos servicios.
- Las características del río son dificultades sobresalientes a lo largo de la investigación; sin embargo, la replicación de modelos funcionales de otras partes del mundo, dan un parte de solución.
- El escepticismo en cuanto al desarrollo del corredor es evidente por algunas entidades, aunque se cuenta con una gran coalición de interesados, participantes y promotores del proyecto.
- La fase actual de avance en la que se encuentra el corredor, aún no nos permite empezar a formular conceptos en cuanto a los pronósticos y funcionamiento real del mismo.

7. TRABAJOS FUTUROS

Las investigaciones futuras podrán dirigirse hacia propuestas para garantizar las condiciones de profundidad que habiliten la navegabilidad en el río, y de esta forma impactar positivamente en estudios que puedan incrementar la competitividad logística.

El desarrollo en el corredor fluvial del río Magdalena apenas empieza a tomar forma, y existen algunos tópicos que se abordan de manera superficial, y pueden

ser posibles casos de investigación en oportunidades futuras; entre los cuales se destacan los siguientes temas:

- Coordinación de actores en el corredor.
- Multimodalidad de transporte de carga en puertos.
- Manejo de mercancías en puerto.
- Sectores productivos impactados por la operación del corredor.
- Eficiencia en los niveles de servicio y flexibilidad en el transporte.
- Políticas públicas que beneficien la inversión pública y privada en las operaciones logísticas en modos de transporte fluvial.

REFERENCIAS

- [1] G. Liedtke, "Principles of micro-behavior commodity transport modeling", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 45, no. 5, pp. 795-809, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2008.07.002>
- [2] Ministerio de Transporte, Decreto número 2079 de 2010, Bogotá D.C., 2010.
- [3] J. Allen, G. Tanner, M. Browne, S. Anderson, G. Christodoulou and P. Jones, "Modelling Policy Measures and Company Initiatives for Sustainable Urban Distribution", University of Westminster, 2003.
- [4] Departamento Nacional de Planeación, "Seguimiento al Conpes 3547 del 27 de octubre de 2008: política nacional logística", Conpes 3568, Bogotá D.C., 2009.
- [5] Departamento Nacional de Planeación, "Política Nacional Logística", Conpes 3547, Bogotá D.C., 2008.

- [6] Consejo Privado de Competitividad, "Informe nacional de competitividad", Bogotá: Puntoaparte, 2014.
- [7] Departamento Nacional de Planeación, "Plan para restablecer la navegabilidad del río Magdalena", Conpes 3758, Bogotá D.C., 2013.
- [8] M. D. Arango Serna et al. *Sistema Logístico Nacional de Carga Colombiano*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2012.
- [9] Departamento Nacional de Planeación, "Política nacional de transporte público automotor de carga", Conpes 3489, Bogotá D.C., 2007.
- [10] C. Barnhart and G. Laporte, Eds., *Handbooks in operations research and management science: Transportation*. Cambridge Massachusetts: North-Holland, 2007.
- [11] G. De Jong, H. Gunn and W. Walker "National and international freight transport models: An overview and ideas for future development", *Transport Reviews* vol. 24, no. 1, pp. 103-124, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/0144164032000080494>
- [12] E. Miller-Hooks, L. Chen, R. Nair and H. Mahmasani, "Security and Mobility of Intermodal Freight Networks", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pp. 109-117, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3141/2137-12>
- [13] Museo Nacional de Colombia, *Río Magdalena Navegando por una Nación*, 2da edición, Bogotá: Museo Nacional de Colombia, 2010.
- [14] Cámara Colombiana de Infraestructura, "Seguimiento a proyectos de infraestructura, informe dirección técnica, transporte fluvial: río Magdalena-Canal del Dique", Bogotá D.C.: CCI, 2008.
- [15] Fluidis, Cormagdalena, "Plan de manejo de la cuenca del río Magdalena-Cauca", CORMAGDALENA, 2017.
- [16] P. R. Fornaguera, "Plan de Inversiones en Infraestructura de transporte", Documentos Ministerio de Transporte, 2010.
- [17] Cormagdalena, "Adecuación de los Principales Puertos del río Magdalena", 2002.
- [18] ASOPORTUARIA, Modelos de optimización de costos de transporte intermodal en el río Magdalena, ASOPORTUARIA, 2013.
- [19] Congreso de Colombia, "Ley 1508 de 2012", Diario Oficial 48308, Bogotá D.C., 2012.
- [20] Naviera Fluvial Colombiana S.A., "Transporte intermodal de carga por el río Magdalena" en Foro de Logística de Graneles Sólidos, Naviera Fluvial Colombiana S.A., 2009.
- [21] Ministerio de transporte, "Metodologías tarifarias del transporte fluvial en Colombia. Análisis conceptual", Bogotá D.C., 2006.
- [22] U.S. Department of Homeland Security, "Coast Guard Navigation Standards Manual", Washington, DC, 2016. Retrieved from https://media.defense.gov/2017/Mar/28/2001723011/-1/-1/0/CIM_3530_2E.PDF