

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE COMUNICACIÓN FÉRREA PARA LA CONEXIÓN INTEROCEÁNICA Y PORTUARIA DE COLOMBIA



Por:
Luis Felipe Contreras Moncada



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILAVICENCIO
2021**

**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE COMUNICACIÓN FÉRREA PARA LA
CONEXIÓN INTEROCEÁNICA Y PORTUARIA DE COLOMBIA**



Por:
Luis Felipe Contreras Moncada

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de
Ingeniero Civil

Aprobado por:
Ing. Julieth Natalia García Solano
Director

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO
2021**

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Fray José Gabriel Mesa Ángulo, O.P.
Rector General

Fray Eduardo González Gil, O.P.
Vicerrector Académico General

Fray José Antonio Balaguera Cepeda, O.P.
Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo García Jara, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Julieth Andrea Sierra Tobón
Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. Manuel Eduardo Herrera Pabón
Decano Facultad de Ingeniería Civil

Nota de aceptación:

Ing. Manuel Eduardo Herrera Pabón
Decano Facultad Ingeniería Civil

Ing. Julieth Natalia García Solano
Director

Ing. German Chicangana Montón
Jurado

Villavicencio, 08 Julio de 2021

DEDICATORIA

El presente documento se lo dedico en especial a Dios y a mis padres que me permitieron formarme como un profesional y poner a prueba mis capacidades para mi formación integral.

A mi madre que fue incondicional durante todo este proceso y me impulsó cada día a superarme a mí mismo para conseguir grandes conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud con todos los profesionales que me forjaron como ingeniero civil durante mi periodo de estudio y a todos mis colegas que han sido parte de un proceso universitario como el que la universidad Santo Tomas, sede Villavicencio brinda. Un agradecimiento especial a la Ingeniera Julieth Natalia García quien aportó en gran manera al desarrollo de este trabajo y a lo largo de mi formación universitaria.

Contenido

Introducción	14
CAPÍTULO I	16
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	16
Descripción del problema	16
Objetivos de la investigación	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Justificación de la investigación	21
CAPÍTULO II	24
MARCO CONCEPTUAL	24
Antecedentes de la investigación	24
Bases teóricas	27
Vías férreas e industria ferroviaria	27
Tendencias de la industria ferroviaria	29
Inversiones portuarias en América Central y el Caribe	34
Marco legal	35
Estado del arte	42
CAPÍTULO III	46
MARCO METODOLÓGICO	46
Naturaleza de la investigación	46
Tipo de investigación	46
Diseño de la investigación	47
Técnicas de recolección de datos	48
Plan de trabajo	50
CAPÍTULO IV	53
ANALISIS DE LOS RESULTADOS	53
Conclusiones	102
Recomendaciones	108
Bibliografía	110

Lista de Tablas

Tabla 1 Plan de Trabajo	50
Tabla 2 Presupuesto	52
Tabla 3 Concesión del atlántico (2008)	57
Tabla 4 Aportes estatales requeridos para la concesión del Atlántico (2008)	59
Tabla 5 Concesión del pacífico (2008)	62
Tabla 6 Puerto de Cartagena, en el Caribe	69
Tabla 7 Puerto de Buenaventura, en el Pacífico	74
Tabla 8 Rehabilitación y construcción de vías férreas	83
Tabla 9 Modos de transporte vigentes (carretero) – red carretera colombiana.....	85
Tabla 10 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos.....	90
Tabla 11 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos.....	91
Tabla 12 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos.....	92
Tabla 13 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos.....	93
Tabla 14 Lineamiento: Especificaciones de mantenimiento	96
Tabla 15 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos.....	100

Lista de Figuras

Figura 1 La mejor esquina de Suramérica	18
Figura 2 Mapa de las principales carreteras de Colombia	31
Figura 3 Red ferroviaria actual (ANI) en rojo y negro, y red propuesta (GDE) en verde, con el Ferrocarril Cafetero, el Nuevo Ferrocarril de Antioquia y el Ferrocarril Verde del Atrato entre Urabá y Cupica.....	32
Figura 4 Mapa concesión férrea en Colombia.....	56
Figura 5 Ferrocarril Verde por Chigorodó, llegando a Vigía del Fuerte para salir a Cupica.	66
Figura 6 Puerto de Cartagena.....	70
Figura 7 Puerto de Cartagena.....	71
Figura 8 Puerto de Buenaventura	76
Figura 9 Cartografía básica relieve de Colombia.	80
Figura 10 Comparación de movilización de cargas por vías férreas con modos de transporte vigentes (carretero) y otros modos de transporte.....	81
Figura 11 Red Carretera de Colombia	87

RESUMEN

La presente investigación está orientada a analizar la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia. Dado su naturaleza, la investigación se abordó desde una perspectiva analítico - descriptivo, sustentada en un diseño no experimental. Adicionalmente, se enmarca en un diseño documental porque se realiza sobre la base de los documentos e informes, es decir, investigaciones anteriores con casos similares en otros países y estudios de caso en Colombia. Se plantea realizar un análisis e interpretación mediante la recolección de datos brindados por entidades oficiales de Colombia, se realizó un análisis de los registros documentales y los documentos oficiales relacionados para recopilar la bibliografía pertinente al tema que permiten abordar la investigación. Los resultados presentan que la realidad de la red ferroviaria en Colombia, ha mostrado un crecimiento con resultados dilatados en el tiempo, es decir, se quedó atrás en infraestructura: de un total de 3.463 Km, 184 km son de la red privada y 1811 km de la red pública. De toda la red, la ANI administra 1.672 Km y el INVIAS 319 Km., mientras 1.322 Km se encuentran inactivos, y sólo operan 2.141 km., lo que indica que la falta de alternativas, imposibilita integrar otras opciones de vías férreas existentes. Se buscan localizar la producción en las áreas donde pueden producir mercancías a menores costos, sin embargo, de los dos puertos existentes, el de Cartagena y el puerto de Buenaventura, en este último es evidente problemas de calado que limitan el acceso de buques de nueva generación utilizados a nivel mundial. Se visualiza un crecimiento significativo en los modos de transporte vigentes (carretero) y en la cantidad de carga que moviliza el transporte por

carretera. A pesar de su rol imprescindible en la movilización de los flujos terrestres de Colombia, el transporte automotor por carretera enfrenta una serie importante de desafíos. Así, el rápido y acelerado crecimiento del modo carretero está en contraposición del dilatado crecimiento de la red ferroviaria, pocas de ellas están en recuperación y otras que, pese a los tropiezos, siguen conectando a la nación por carrilera o carril. Se formularon lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea entre los Océano Pacífico y Atlántico en Colombia

Palabras clave: *Viabilidad económica y financiera, alternativas de conexión férrea, aspectos técnicos.*

ABSTRACT

This research is oriented towards analyzing the economic and financial viability of alternative rail routes between the Pacific Ocean and the Atlantic in Colombia. Due to its nature, the investigation had an analytic- descriptive perspective, supported by a non-experimental design. Additionally, the use of documents and reports, that is to say, previous studies with similar circumstances in other countries and case studies in Colombia, gave a documentary angle. An analysis and interpretation is proposed through data collection provided by Colombian official entities. An analysis of the documentary records, and other related official documents, was implemented in order to gather relevant bibliography that allowed approaching the research adequately. The results indicate that the reality of the Colombian railway system has grown with dilated results over the time, this means that is behind in terms of infrastructure: of the total of 3.463 km, 184 km are private line and 1811 km are public. Of the entire railway network, the ANI manages 1672 km, the INVIAS 319, also 1322 km are inactive and only 2141 are active. This indicates that a lack of alternatives makes almost impossible to integrate existing railways. Production should be located in areas where goods can be produced at lower costs; however, of the two existing ports, one port in Cartagena and one in Buenaventura, the latter has obvious draft problems that limit the access of new generation ships used worldwide. A significant growth is foreseen in the current modes of transport (road) and in the amount of cargo that transport by road mobilizes. In this way, and despite the indispensable role in the mobilization of terrestrial flows in Colombia, motor transport by road faces a significant series of challenges. Thus, the rapid and accelerated growth of the highway opposes the dilated growth of the railroad network, just a few tracks are in

recovery and others, despite the setbacks, remain connected to the nation by lane or rail. The strategic guidelines that were formulated are associated with the technical aspects of the rail connection alternatives between the Pacific and Atlantic oceans in Colombia.

Keywords: *Economic and financial viability, rail connection alternatives, technical aspects.*

Introducción

El desarrollo nacional de Colombia como el de otros países se enmarca en espacio y tiempo, de allí que el espacio geopolítico de la nación colombiana incluye de manera relevante el flujo marítimo por ser Colombia una nación bioceánica. Dadas las condiciones que anteceden, y las circunstancias históricas, políticas, sociales y culturales confluyen retos y posibilidades que la relacionan con su condición bioceánica e instan a hacer una apreciación geopolítica enfocada en el análisis férreo, a modo de aportar al crecimiento de la economía colombiana

En la actualidad, se afrontan varios retos para ser países más competitivos, esto se da por la globalización, ya que trae consigo la presencia de circunstancias cada vez más exigentes. Esta realidad no solo repercute en los países sino también en la manera como estos manejan los nuevos escenarios, de allí que se requiere ir de la mano con el desarrollo acelerado de las tecnologías y obras ingenieriles, que permita generar así una ventaja competitiva. Bajo esta óptica, es que resulta relevante preguntarse: ¿Es viable una conexión férrea interoceánica para aumentar la conectividad portuaria y mejorar la competitividad mercantil en Colombia?

Por lo que, el presente estudio tiene como objetivo analizar la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, diagnosticar la situación de las posibles alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, caracterizar la demanda de un posible paso interoceánico en Colombia y los beneficios para la sociedad y el desarrollo industrial e indicar puntos relevantes económico-financiero para el desarrollo de un paso interoceánico de uso nacional e internacional y formular lineamientos estratégicos

asociados a los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia. En tal sentido, para lograr el cumplimiento de los objetivos trazados se estructuró esta investigación en cuatro (4) capítulos, que se describen a continuación:

El capítulo I, denominado el problema, detalla y describe la problemática del estudio, desglosada en la descripción del mismo, los objetivos que se esperan alcanzar, las razones que justifican la realización de la investigación.

El capítulo II, basado en el marco teórico, contiene los aspectos conceptuales y los estudios que anteceden a esta investigación, y debido a su valioso contenido, sirven como sustento a la investigación. Del mismo modo, se exponen las diversas corrientes teóricas propuestas por diversos autores.

El capítulo III, relacionado con el marco metodológico, indica la metodología de investigación aplicada a este estudio, tipo y diseño de investigación, así como las técnicas de recolección de datos y el procedimiento de análisis de las mismas.

El Capítulo IV, contempla el análisis de los resultados y su respectiva interpretación, para estudiar la problemática planteada al inicio de la investigación. Seguidamente se mostrarán las conclusiones y recomendaciones a las que se dio lugar. Adicionalmente, las referencias bibliográficas consultadas, como también los anexos pertinentes.

CAPÍTULO I

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En el desarrollo del presente capítulo se observa el panorama proveniente de la problemática y/o factores que impulsan la siguiente investigación, conteniendo como partes fundamentales la descripción del problema, objetivos generales y específicos, y justificación.

Descripción del problema

El espacio geopolítico de la nación colombiana, está caracterizada por poseer costa en dos océanos: Océanos Pacífico y Atlántico, es decir Colombia es una nación bioceánica. Dadas estas condiciones en Colombia confluyen retos y posibilidades, esta apreciación geopolítica enfocada en el análisis férreo hace que Colombia tenga la opción de exportar e importar productos por ambas costas y generar un intercambio comercial a nivel internacional con gran competitividad relacionada a reducción de costos y tiempos de viaje, sin embargo, actualmente el país no cuenta con una alternativa eficaz que conecte los puertos marítimos de Buenaventura y Barranquilla o Santa Marta en el Océano Atlántico, más allá del modo carretero, encareciendo el transporte de puerto a puerto, sin lograr ser competitivo respecto a otros países cercanos.

Colombia cuenta con una red férrea de uso incipiente, pero a lo largo de los últimos años se ha venido mostrando interés por mejorarla, como es el caso de la red férrea del Atlántico con 1493 km de vía férrea de trocha angosta (914mm) que en su mayoría sirven para trenes contruidos en el siglo pasado. El puerto de Buenaventura cuenta con conexión férrea, sin embargo, no conecta con el centro del país aun así, hay unos

pequeños ramales que, aunque no se encuentran habilitados actualmente para el transporte de carga, sin embargo, a mitad del siglo pasado lograron posibilitar dicha conexión entre los dos puertos marítimos de Buenaventura y Santa Marta.

Al respecto, en Colombia, casi el 25% del transporte de carga se hace por ferrocarril y casi un tercio por carretera (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016) es decir, el que algún día fue el medio de carga más importante en el país hoy no tiene ni la mitad de representación. En el informe del Banco Interamericano de desarrollo (BID) se plantea la situación en materia de transporte ferroviario en el país en él se describe el sector transporte de Colombia, el papel que han tenido los ferrocarriles en el pasado, la situación actual y el posible futuro de este medio de transporte de carga. En el informe del BID plantea que modo de transporte más representativo del país para la movilización de carga es el automotor por carretera, mientras que, en los últimos años, la red ferroviaria ha sido abandonada de forma progresiva. en Latinoamérica el 68% de la carga ferroviaria corresponde a la minería, siendo el sector más importante del transporte férreo. En segundo lugar, se encuentran los productos agrícolas con una representación del 13%. En Colombia esta representación es mucho mayor, y la minería podría alcanzar alrededor del 99% del transporte ferroviario. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)

La red ferroviaria en Colombia fue construida hace más de 50 años atendiendo a las necesidades de la época. Según el BID, las circunstancias actuales hacen que sólo algunos sectores de los antiguos trazados sean susceptibles de rehabilitación en términos de viabilidad económica. Además, el diseño, la infraestructura y los materiales han cambiado de forma considerable aumentando la eficiencia del transporte ferroviario moderno. Sin embargo, Colombia no ha logrado un proceso de adaptación adecuado y por tal motivo no se podrían aprovechar las ventajas del mismo.

Por otro lado, debe existir una visión más amplia hacia los intereses marítimos del estado colombiano, dado que Colombia no ha tenido una visión marítima, a pesar de poseer dos océanos y estar ubicada en la mejor esquina de Suramérica, está desconectado de las líneas troncales del transporte marítimo entre Europa y Asia, y no posee puertos competentes para acceder a la cuenca del Pacífico.

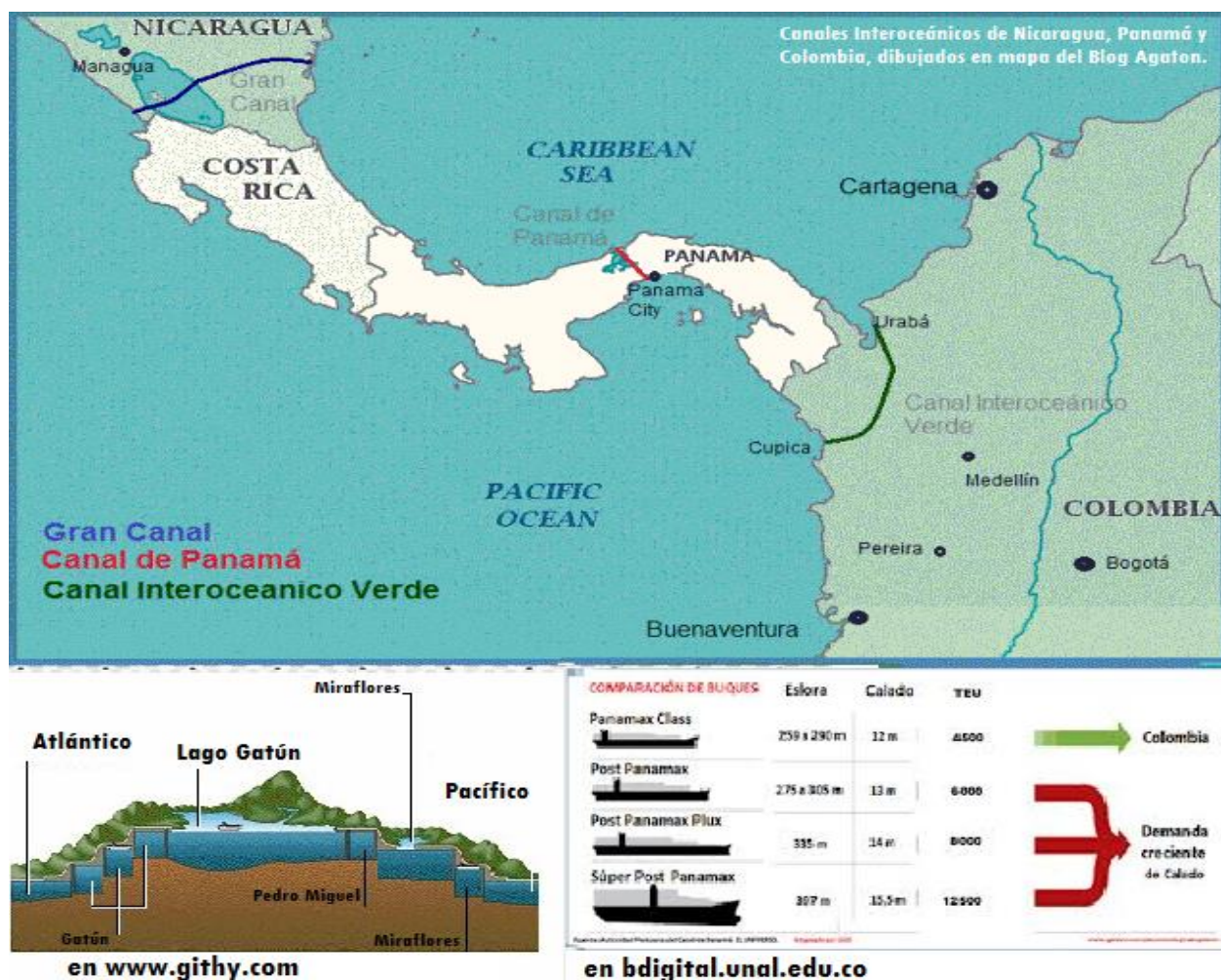


Figura 1 La mejor esquina de Suramérica
Fuente: Universidad Nacional de Colombia

En este marco, el Canal de Panamá, se plantea como la única alternativa de conexión interoceánica en la región y es evidente luego de su ampliación en el año 2016, que es

considerado uno de los instrumentos esenciales para el fortalecimiento de la seguridad y defensa nacional y representa uno de los medios con que se cuenta para mejorar la calidad de vida de la población. A la vez que contribuye al fortalecimiento de la economía de los diversos sectores del entorno local, regional y nacional, mediante la promoción de inversiones en los campos científicos, tecnológicos, humanísticos, financieros, económicos, legales, culturales y sociales; con ello, se cumple con la pertinencia social que debe tener, en el sentido de responder a las necesidades de desarrollo económico de la nación; dadas las condiciones anteriores en el año 2019 el canal de Panamá, rompió récord en su máximo recaudado por peajes en el canal mismo.

Cabe destacar, que Colombia tiene una alternativa interesante al contar con dos costas marítimas aprovechando la ya experiencia que se tiene con los puertos marítimos para el cargue y descargue de mercancías, realizar el paso interoceánico a través de una posible conexión férrea.

Formulación del problema

En este sentido, se formula a continuación la interrogante principal que rige la ejecución de la presente investigación y de acuerdo con el contexto anterior se busca saber: ¿Es viable una conexión férrea interoceánica para aumentar la conectividad portuaria y mejorar la competitividad mercantil en Colombia?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación de las posibles alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia.
- Caracterizar la demanda de un posible paso interoceánico en Colombia y los beneficios para la sociedad y el desarrollo industrial.
- Indicar puntos relevantes económico-financieros para el desarrollo de un paso interoceánico de uso nacional e internacional.
- Formular lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea entre los Océano Pacífico y Atlántico en Colombia

Justificación de la investigación

Luego de la pérdida fatal del Istmo de Panamá, Colombia vio como se hacía realidad la idea de un canal interoceánico en su antigua provincia sin poder hacer nada al respecto, pues los panameños actuaban con 'autonomía', aunque Estados Unidos (EE. UU.) Fue quien explotó el Canal de Panamá hasta 1999. Fue en 1961 que Colombia logró unir los dos principales puertos marítimos –Buenaventura-Santa Marta- mediante vías férreas logrando una conexión interoceánica, así mismo se hizo posible que Colombia llegara a 3.431 km construidos de vías férreas en trocha angosta (0.914 m). (Espejo, 2010).

Actualmente, Colombia cuenta con aproximadamente 3515 km de infraestructura férrea, de la cual, según el ministerio de transporte 1.991 apenas si están en concesión y tan solo 1.619 están activos. La red férrea del Atlántico, para el año 2016 el tramo Chiriguaná-Santa Marta transportó 54.6 millones de toneladas (Tovar, 2018) en su totalidad de carbón mineral, frente a 103.8 millones de toneladas en el mismo año para el sistema carretero, de los cuales 11.3 y 2.9 millones de toneladas salieron de los puertos de Buenaventura y Santa Marta respectivamente. (Ministerio de transporte, 2016)

Ante la necesidad de fortalecer las vías férreas vinculadas a la red férrea de conexión interoceánica de Colombia, se hace necesario analizar la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia y por ende caracterizar la demanda de transporte de carga proveniente del exterior y de la industria nacional, es importante recalcar la potencialización que esto puede generar al país y al mundo, ya que se puede establecer un paso interoceánico similar al de Panamá. La ingeniería de transportes en Colombia y la investigación

exhaustiva de diferentes teorías como (Duque-Escobar, Plataformas Logísticas y Transporte Intermodal en Colombia, 2017), en la que estudia un corredor férreo entre la pequeña población de Cúpica (Chocó) y un puerto ya gestante y al cual se le han adjudicado recursos en el Urabá Antioqueño, hace reconocer que existe una necesidad de desarrollar dicha idea férrea, que logre conectar los océanos pacífico y atlántico.

Esta investigación se justificará dado que se desarrollará a través de un diseño y tipo de investigación determinada e idónea para alcanzar el objetivo general, y podrá servir de antecedente a los fines de estudio que persigan un propósito similar; desarrollando conocimientos pertinentes al área de la ingeniería de transportes y a la ingeniería férrea, profundizando en la investigación de los diferentes escenarios que podrían ser idóneos para dicha interconexión, es decir, analizando los diferentes puertos que se podrían o no utilizar para establecer el paso interoceánico de Colombia.

Existen diferentes escenarios de conexión, el primero es el ya mencionado de Cupica y el Urabá Antioqueño, el segundo; entre Buenaventura y Santa Marta, y el último entre Buenaventura y el Urabá Antioqueño, exactamente en Turbo-Antioquia, dónde el proyecto de un puerto marítimo ya tiene un capital aprobado, sin embargo, su proyecto se encuentra en planificación, cabe mencionar no se abordarán dado que son vías férreas no existentes y su planificación en etapa muy temprana. En este sentido, para el análisis y alcanzar el objetivo de investigación se abordará una alternativa de vía férrea existente la cual está constituida por concesión o red del Atlántico y concesión o red del pacífico, además por la propuesta, desarrollada en el marco de las Actividades de la Sociedad de mejoras públicas (SMP) y la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) desde 2011, busca aprovechar los océanos atlántico y pacífico colombiano y hacer viable

el acceso de Colombia a la Cuenca del Pacífico. (Duque-Escobar, Plataformas Logísticas y Transporte Intermodal en Colombia, 2017)

El caso con éxito de la región que tiene el Canal de Panamá en el que se registró 469.6 millones de toneladas CP/SUAB durante el año fiscal 2019, lo que refleja un incremento de 6.2 por ciento en comparación con el tonelaje del año fiscal anterior. Estos incrementos considerables se han visto materializados luego de la ampliación del canal en el año 2016 y según el informe anual del 2019, las 469.6 millones de toneladas han sido la mayor cantidad de carga transportada por el canal de Panamá. Los buques tanqueros, graneleros, gaseros y portacontenedores representan el 80% del tránsito de buques de gran calado, que en su mayoría transportan petróleo y sus derivados, granos, carbón mineral, químicos y petroquímicos ya en menor instancia maquinaria y equipos. (Canal de Panamá, 2020)

El comercio entre Asia y la costa este de Estados Unidos fue el de mayor participación con el 61.0 % del total de la carga movilizada durante el año fiscal 2019, seguido por la ruta entre la costa oeste de Suramérica y Europa y en tercer lugar de la costa oeste de Estados Unidos y Europa. Estas tres rutas comerciales representaron el 90 % del total de las mercaderías transportadas por el Canal de Panamá. (Canal de Panamá, 2020)

El paso interoceánico que se puede establecer en Colombia y el creciente impacto de la economía panameña refleja la importancia de tener un paso interoceánico eficiente. Por lo anterior se infiere y se puede justificar el proyecto para establecer las principales rutas por las cuales se puede conectar el océano pacifico con el océano atlántico en Colombia.

CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

Con el propósito de situar el problema planteado dentro de un conjunto de conocimientos que permita orientar la investigación, se presenta a continuación el marco conceptual o referencial, el cual ha sido diseñado sobre la base de una exhaustiva revisión de diversas fuentes bibliográficas, estructurándose en las siguientes secciones: antecedentes y bases teóricas entre otros.

Antecedentes de la investigación

Después de una exhaustiva revisión bibliográfica de la literatura pertinente y de solicitar la colaboración de registros y/o archivos de las distintas universidades que hacen vida activa, se intenta detectar, obtener, consultar, organizar y procesar la bibliografía y el material que presente características de similitud con los propósitos del estudio, para adoptar una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica. A continuación, se presentan una serie de investigaciones que guardan relación con el estudio, entre las cuales se pueden mencionar:

El estudio titulado “Análisis de trazado férreo existente, tramo Bogotá D. C. – Zipaquirá, para adecuación como medio de transporte público intermunicipal” (Pinzon & Andres, 2015) , cuyo objetivo general fue el análisis de las condiciones geométricas actuales del trazado férreo con la intención de proponer la mejor alternativa para la integración de este, al sistema de transporte público urbano

Metodológicamente, el estudio se empezó por formar un esquema digital de dicho corredor mediante la elaboración de un diseño asistido por computador, el cual consiste

en la composición de elementos de la topografía oficial donde se presenta el trayecto de la zona de estudio, la topografía se estimó con un nivel de escala detallado y fue adquirida por medio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), acorde a los planos obtenidos se procedió a digitalizar y georreferenciar los elementos en el orden establecido por el mapa base del IGAC, obteniendo una topografía digital que representa la base del análisis del trazado de la red férrea actual y el plano referencial para la proyección de una propuesta de adecuación de este corredor; como medio de transporte público bajo parámetros de diseño actuales. La topografía digital realizada se confrontó con una muestra de puntos tomados con que fuese posible manejar las características geométricas del corredor existente, dado estas condiciones se realizó una propuesta de diseño presentando el acondicionamiento del corredor férreo actual a estándares de diseño más recientes que puede representar una solución al problema actual de movilidad.

Concluyendo que se debe estimar la importancia de volver a implementar sistemas ferroviarios como medio de transporte masivo, puesto que líneas férreas como la analizada en el presente proyecto son depreciadas, perdiendo la utilidad que realmente podrían prestar, ya que estas son capaces de proveer una capacidad significativa en el transporte de personas o cargas; con bajo impacto para el medio ambiente, y eficacia en los traslados.

Los aportes de esta investigación, están asociadas a la fundamentación teórica y el hecho que contribuirá con las conclusiones generadas y los lineamientos establecidos, permitiendo así formular lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia.

El estudio titulado “Alternativas para el transporte de mercancía por vías férreas desde el puerto de Cartagena hacia Bogotá en función de la competitividad colombiana” (Rincon & Lopez, 2018), cuyo objetivo general fue el proponer como el transporte férreo podría ser una alternativa para los operadores colombianos de comercio exterior para el transporte de mercancías desde el puerto de Cartagena hacia Bogotá en términos de competitividad.

Metodológicamente, el estudio es cualitativo de tipo descriptivo y exploratorio debido a que está orientado a analizar el comportamiento que podría tener para los operadores de comercio exterior la reactivación de las vías férreas desde Bogotá hacia el Atlántico. La obtención de la información de cuál podría ser el impacto se logró a través de la investigación documental y de campo, donde se recurrió a bases de datos, instituciones especializadas y empresas que se ven implicadas en la reactivación, esto se interpretó y se tradujo en conclusiones. La pregunta de investigación se responde a través de encuestas virtuales a los empresarios ubicados en Bogotá dedicados al transporte de mercancías, donde se busca indagar su opinión acerca de la implementación de un tren de carga y reducir el uso del transporte vehicular. Las respuestas recibidas por parte de los encuestados demuestran su interés en el tren de carga como nueva alternativa para la operación logística, debido a que se reducen los costos del transporte de bienes y servicios promoviendo el comercio.

Los resultados y conclusiones indican que la implementación genera un impacto positivo en la competitividad para los operadores de comercio. Es claro que para esto se debe reactivar, realizar mantenimiento y ampliación a las vías férreas existentes en Colombia,

lo que se traduce en una gran inversión, sin embargo, a largo plazo sería una ventaja competitiva y se materializaría en beneficios económicos para el país.

La anterior investigación resulta de utilidad en cuanto a la construcción del basamento teórico con relación a alternativas para el transporte de mercancía por vías férreas por autores de reconocida trayectoria. Además, propicia la reflexión sobre las razones por las cuales la opción ferroviaria significa una gran inversión monetaria para el país y la afectación de otros medios de transporte, aunque esta alternativa signifique a largo plazo para las empresas y los consumidores un resultado favorable en los costos. Un factor importante para la inversión en la rehabilitación de las vías férreas es la principal problemática para hacer negocios en Colombia, la corrupción y la segunda, las altas tasas de impuestos, en este sentido, para un país es difícil alcanzar la competitividad y el desarrollo cuando las principales barreras son internas.

Bases teóricas

El cumplimiento tanto del objetivo general como de los objetivos específicos planteados para esta investigación, requieren estar bien sustentados en pronunciamientos teóricos de investigadores reconocidos que hayan analizado la variable de estudio. En este sentido, la fundamentación teórica que se presenta a continuación tiene como finalidad sustentar la investigación y considerando la posición de algunos teóricos que han investigado sobre la materia.

Vías férreas e industria ferroviaria

La diversidad de definiciones es amplia, pues mucho depende del enfoque: empírico y normativo entre otros. Así, según (Duque-Escobar, 2017), las vías o líneas férreas son

concebidas como el camino construido a partir de carriles de hierro que se disponen de forma paralela, sobre los cuales circulan los trenes. La vía férrea, por lo tanto, constituye una infraestructura clave para el transporte ferroviario. Esta idea se complementa con la posición de (Correa, 2015) quien opina que es la parte de la infraestructura ferroviaria que une dos puntos determinados del territorio y que está integrada por los siguientes elementos: plataforma de la vía, superestructura, como carriles y contracarriles, traviesas y material de sujeción, obras civiles como puentes, viaductos y túneles, e instalaciones de electrificación, de señalización, seguridad y de telecomunicación de la vía, caminos de servicio, finalmente los elementos que permiten el alumbrado.

La industria ferroviaria en Colombia durante el Siglo XX, se caracterizó por los aciertos y desaciertos del sector empresarial de Colombia, primero los aciertos por el enorme impacto de los ferrocarriles cafeteros, de los cables aéreos y de los vapores por el Magdalena, todos en las primeras décadas de dicho siglo, y luego los desaciertos por el desmantelamiento del sistema férreo y por el abandono del río Magdalena, ocurridos en su segunda mitad.

El impacto de los ferrocarriles cafeteros en Colombia, causado por el poblamiento de la Región Andina y la industrialización del país resulta comparable al impacto del Canal de Panamá, 1914 - 2014. Para valorar el cambio ocurrido con los cables y ferrocarriles, basta decir que los tiempos de transporte de carga y los valores de los fletes entre las zonas cafetaleras y el Magdalena, se redujeron más de 20 veces respecto a los modos sustitutos del transporte en mula, aparejos de arriería o vehículos de tracción animal.

Una carga de café que en mula tardaba 10 días entre Manizales y Mariquita, con el cable aéreo se transportaría en sólo 10 horas.

Tendencias de la industria ferroviaria

La industria del ferrocarril en Colombia en los últimos 10 años ha experimentado los efectos generados por la actuación política. Colombia cuenta con tres corredores ferroviarios principales, sin embargo, de acuerdo a los informes del Departamento Nacional de Planeación (DNP) los cuales describen que entre los años comprendidos entre 1993 y 2012, el sistema ferroviario en Colombia no es suficientemente competitivo frente a otros sistemas de transporte. Aproximadamente el 90% de las vías férreas colombianas están abandonadas o se operan con un inventario de locomotoras diésel eléctricas de los años 50. Dichas máquinas pueden transportar hasta 40 toneladas cuando hoy en día los equipos de carga movilizan más de 100 toneladas cada uno, según asevera la (Dueñas, 2017).

En este marco, existen en Colombia 3 grandes corredores, uno de ellos es el de los antiguos Ferrocarriles Nacionales de Colombia que con 3.400 kilómetros cubre el tramo entre Chiriguana y Ciénaga a través del operador Fenoco y la empresa de carbón Drumond. El otro gran tramo corresponde a los Ferrocarriles Privados del carbón del Cerrejón que fueron construidos en trocha estándar (1.43 mts). Allí cada tren lleva más de 10.000 toneladas de carbón entre la mina y el puerto (150 km) a una velocidad aproximada de 60 km/h. Se estima que estos dos corredores mueven en conjunto más de 75.000 toneladas al año, con lo cual se convierten en los más importantes del país a pesar de sus diversas limitaciones técnicas. Y de otro lado, por último, está el operador Turistren, que mueve pasajeros entre Bogotá y Zipaquirá a través de una vía angosta de

apenas 91.4 cm de ancha. Lo que devela que este tipo de infraestructura férrea es poco común en la actualidad debido a su baja capacidad de transporte y de velocidad. Así que en los últimos 8 años los volúmenes del tráfico de mercancías por ferrocarril han sido generalmente constantes, según (Dueñas, 2017).

En 2013 el ferrocarril transportó alrededor de 76 millones de toneladas (25% del total de carga). Los productos diferentes al carbón solo transportaron unas 97.000 toneladas. Actualmente el ferrocarril de mayor importancia se encuentra entre Cerrejón y Puerto Bolívar y moviliza especialmente carbón. En este sentido, la zona activa o potencial ahora es aproximadamente la mitad de la red original, es decir, a mediados del siglo XX la red ferroviaria alcanzaba unos 3.300 km. Actualmente 1.322 Km se encuentran inactivos, y sólo operan 2.141 km. (Lewis, 2016).

En el 2013 el gobierno colombiano decide destinar \$38 billones para la construcción de las vías 4G, las cuales cuentan con un total de 32 proyectos para contrarrestar el atraso en infraestructura vial, activar y aumentar el comercio, según. En contraposición, existe actualmente una manifiesta falta de infraestructura ferroviaria que pueda canalizar, de forma alternativa a la carretera, a razón del postergamiento del que ha sido objeto en las planificaciones estatales la construcción de corredores ferroviarios (Lewis, 2016), desde 1989 cuando se liquidaron los Ferrocarriles Nacionales de Colombia dicha infraestructura no se ha modernizado como hoy se hace con los aeropuertos, puertos y vías 4G, lo que hace a este modo poco atractivo para los operadores o alianzas público – privadas (APP).

Vías férreas en Colombia

Se puede inferir que Colombia tuvo una promisoriosa y prometedora red férrea, (Tovar, 2018) sin embargo, los modos carreteros o por carreteras crecieron más rápido y terminaron por sepultarla. De allí, que la red vial en Colombia se compone por la Red Primaria (Grandes Autopistas, a cargo de la nación), Red Secundaria (a cargo de departamentos) y Red terciaria (compuesta por carreteras o caminos Inter veredales, a cargo de los municipios). Desde esta perspectiva, se visualiza el rápido crecimiento de las carreteras o modos carreteros.

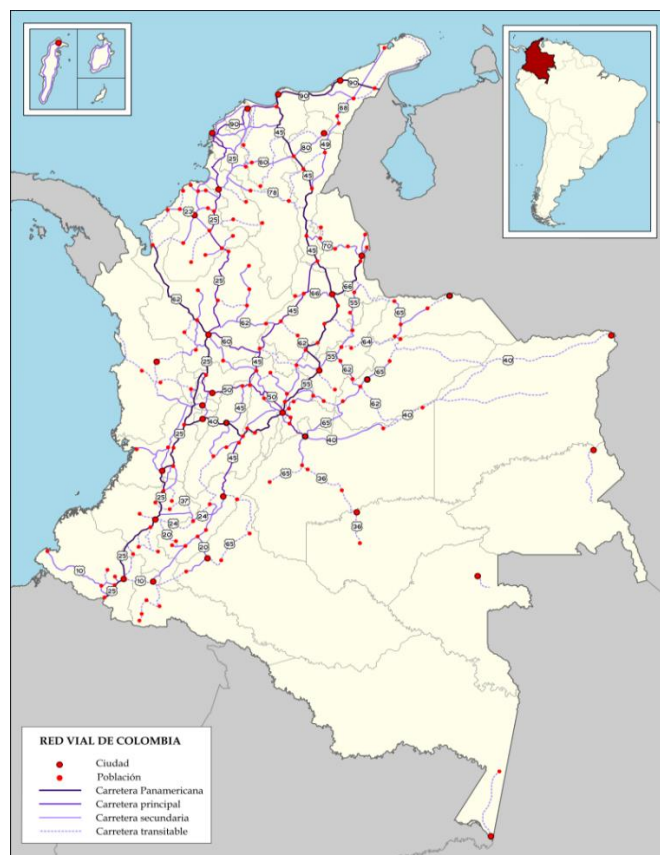


Figura 2 Mapa de las principales carreteras de Colombia

Fuente: Instituto Nacional de vías (INVIAS)

Dentro de este marco de ideas, en contraposición al rápido crecimiento del modo

carretero para la red ferroviaria se reconstruyó el mapa de las líneas que comunicaron al país en su momento, las que están en recuperación y otras que, pese a los tropiezos, siguen conectando a la nación por carrilero o carril.



Figura 3 Red ferroviaria actual (ANI) en rojo y negro, y red propuesta (GDE) en verde, con el Ferrocarril Cafetero, el Nuevo Ferrocarril de Antioquia y el Ferrocarril Verde del Atrato entre Urabá y Cupica
 Fuente: Red Cultural del Banco de la República

En este sentido, la realidad de la red ferroviaria en Colombia, ha mostrado un crecimiento

con resultados dilatados en el tiempo, es decir, se quedó atrás en infraestructura: de un total de 3.463 Km, 184 km son de la red privada y 1811 km de la red pública. De toda la red, la ANI administra 1.672 Km y el INVIAS 319 Km. Mientras 1.322 Km se encuentran inactivos, y sólo operan 2.141 km, los tramos férreos concesionados en los años 1998 y 1999 sumaron 1.991

En este sentido, la realidad de la red ferroviaria en Colombia, ha mostrado un crecimiento con resultados dilatados en el tiempo, es decir, se quedó atrás en infraestructura: de un total de 3.463 Km, 184 km son de la red privada y 1811 km de la red pública. De toda la red, la ANI administra 1.672 Km y el INVIAS 319 Km. Mientras 1.322 Km se encuentran inactivos, y sólo operan 2.141 km, los tramos férreos concesionados en los años 1998 y 1999 sumaron 1.991 Km. (Duque-Escobar, 2017)

En torno a esa red ferroviaria concesionada de 1.991 km, es necesario aclarar que consta de dos grandes elementos: 1- La Red Férrea del Atlántico de 1.493 km, conformada por la vía Bogotá – Santa Marta y los ramales Bogotá –Belencito y Bogotá – Lenguazaque. Y 2- La Red Férrea del Pacífico de 498 Km, con el tramo Buenaventura – Cali – Zarzal – La Tebaida. El tramo Cartago – La Felisa de 111 km, es la meta siguiente o próxima (Duque-Escobar, Pacífico colombiano, 2018). Cabe destacar, que salvo el Metro de Medellín y la línea del Cerrejón que se construyeron en trocha estándar (1.435 mm), la red restante fue construida con ancho de vía de 913 mm, una trocha angosta que, al estar concebida para equipos comercialmente hoy discontinuados, no resulta competitiva

Inversiones portuarias en América Central y el Caribe

Las inversiones portuarias tienen interés y vínculos en diversos países, entre ellos, China la cual está detrás de muchos puertos ya que se encuentra haciendo inversiones en varias terminales portuarias de América para que sus mercancías puedan transitar de una manera más rápida, prueba de esto es Jamaica donde se han hecho inversiones en su terminal de trasbordo por más de USD\$660 millones y lograr así un transbordo de USD\$1,5 mil millones, superando a la mayoría de los puertos en el Caribe y América Central, (Webber, 2018).

República Dominicana ha hecho lo mismo al hacer una inversión de al menos USD\$150 millones en el Puerto de Caicedo, esperando así un aumento en su capacidad de transbordo de 2,3 millones de TEU. Con lo que respecta a Estados Unidos, también se han hecho inversiones en el Puerto de Miami de USD\$220 millones, pero la intención de su inversión es hacer que el puerto sea más profundo. Aunque también busca mejorar su conectividad intermodal con el hinterland (Zona de influencia interna de un puerto) en un túnel que lo conectará con las autopistas de la ciudad, por lo que se hará una inversión extra de USD\$1,000 millones, (Duran, 2015).

Adicionalmente, las inversiones portuarias tienen interés y vínculos en el Puerto de Mariel en Cuba es también uno de los tantos puertos que se encuentran en expansión y el gobierno de Brasil está detrás de esta expansión ya que de la financiación que requiere Cuba de USD\$900 millones, el gobierno brasileño estaría financiando la mayor parte de este proyecto. En un futuro Cuba podría captar una parte significativa del transbordo, por el momento esto no es posible debido al embargo que impuso Estados Unidos, (Duran, 2015).

Después que Panamá amplió su canal, Colombia ha invertido fuertemente en el Puerto de Cartagena con la intención de convertirlo en el núcleo de tráfico marítimo, invirtiendo USD\$400 millones de dólares para poder duplicar su capacidad y poder manejar 2.5 millones de TEU, pero ese no es el único proyecto que tienen los colombianos, ya que también cuentan con el Rio Magdalena que atraviesa al país de norte a sur y podría ser un elemento de transportación multimodal al hinterland) (Duran, 2015).

En este sentido, se visualiza un crecimiento extraordinario en el comercio y particularmente en el comercio internacional. Este avance, y su naturaleza global ha generado una necesidad creciente de transporte. El tráfico marítimo internacional ha visto un crecimiento significativo desde los años 80 hasta la fecha, con una mayor comunicación y transporte a través del mundo, es decir, una parte de la producción industrial ha llegado a ser internacional. Por ello, se buscan localizar la producción en las áreas donde pueden producir mercancías a menores costos. De allí que, el transporte de estas mercancías al consumidor representa solamente un pequeño porcentaje del precio de venta. El aumento de la producción en una localización más barata, o la compra de mercancías acabadas más económica, compensan, con creces, los costos de transporte adicionales.

Marco legal

El transporte férreo en Colombia tiene una historia extensa pero poco estudiada, cuyo nacimiento se remonta a más de 100 años en el pasado, comprendido como un proyecto de impacto para el país y respaldado por la ley 18 de 1881, que reconocía la trascendencia de algunas de las redes férreas del país y buscaba unificarlas dándole un nuevo horizonte a este sistema de transporte. Así, comenzó lo que fue conocido como la

empresa de los ferrocarriles nacionales, este proyecto también llevo a las aspiraciones de Bogotá D.C. a formar parte con su tren de cercanías; lo que se originó en 1866 por medio del contrato 1027 (N-27) y bajo la tutela del procurador interno Rufino Cuervo, que daría origen a la compañía del Ferrocarril de la sabana.

Los ferrocarriles de Colombia, al igual que los de la gran mayoría de Latinoamérica, se originaron como concesiones privadas a finales del siglo XIX. En 1954, y con el objetivo de unificar los distintos ferrocarriles existentes en una sola entidad con una red en trocha angosta de 914 mm, se creó la empresa de los Ferrocarriles Nacionales de Colombia (FNC). Transcurridos casi 50 años de llevado a cabo ese intento y, luego, otro con la creación de Ferrovías (en ambos casos, sin que se haya cumplido con las expectativas), se concesionaron los dos corredores con mayor potencial: el ferrocarril del Atlántico en el valle del Magdalena, concesión que incluyó el tramo aislado entre Bogotá y Belencito que aún mantenía alguna actividad, y el ferrocarril del Pacífico en el valle del Cauca. Las vías concesionadas se encuentran hoy bajo la responsabilidad de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), que tiene a su cargo estructurar y administrar las concesiones de infraestructura de transporte del Estado.

La concesión del Atlántico fue entregada a la Empresa Ferrocarriles del Norte de Colombia –FENOCO– por el término de 30 años y comprendía un total de aproximadamente 1.500 km de vías férreas. Posteriormente la mayor parte de estas vías fueron devueltas al Estado y su actividad se concentra actualmente en el sector entre Chiriguaná y Santa Marta (245 kilómetros), en el que se moviliza de forma prácticamente exclusiva poco más de 40 millones de toneladas de carbón de exportación por año.

La concesión del Pacífico ha tenido, desde el año 2008 distintos accionistas que se comprometieron a aportar capitales adicionales y reanudar las operaciones. El tráfico ha sido débil (no alcanzaba las 200 mil toneladas anuales), pero presenta ahora una tendencia creciente con la llegada del grupo suizo Impala Trasfigura como principal accionista, el cual tiene dentro de sus metas de corto plazo transportar 1 millón de toneladas al año.

Colombia ha generado un espacio amplio para que la legislación en materia de Asociaciones Público–Privadas encuentre un campo de aplicación en la actividad ferroviaria. En los últimos cuatro años, la estrategia del Gobierno de Colombia se ha concentrado en forma prioritaria en la rehabilitación de algunos corredores principales de la red (La Dorada–Chiriguaná y Bogotá–Belencito) por medio de sendos contratos de administración y en la evaluación de proyectos de Iniciativa Privada de distinta naturaleza. Hasta octubre de 2015 se habían presentado ante la ANI 20 proyectos ferroviarios de Iniciativa Privada. De ellos, 5 fueron aprobados en la etapa de prefactibilidad; 8 fueron rechazados y 7 se encontraban en estudio de prefactibilidad.

La institucionalidad del sector ferroviario en Colombia presenta hoy debilidades en materia de planeación y política ferroviaria; ingeniería ferroviaria conceptual; economía del transporte ferroviario; entendimiento profundo de los mercados de transporte de cargas y la competencia ferrocarril-camión; y evaluación de proyectos y regulaciones ferroviarias técnicas y económicas. En esta línea es necesario fortalecer la capacidad institucional de los principales actores públicos:

- El Ministerio de Transporte, en su rol de rectoría y de fijación de la política Sectorial.

- El Departamento Nacional de Planeación, con responsabilidad en el planeamiento del modo de transporte, y
- La Agencia Nacional de Infraestructura a cargo de la estructuración y adjudicación de las alianzas públicas-privadas. (APP)

En este sentido, resulta clave la consolidación de una agencia regulatoria, preferiblemente la Comisión Reguladora de Infraestructura y Transporte (CRIT), como ente regulador autónomo con atribuciones en todo lo relativo a regulación económica y técnica, incluyendo la definición de normas técnicas bajo la normativa norteamericana DOT–FRA–AREMA/AAR, la seguridad y aspectos operativos, la revisión de costos para la determinación de las tarifas a aplicar en la infraestructura y la sistematización y difusión de la información de la actividad del modo. Sería objeto de su regulación tanto un eventual futuro Gerenciador de la Infraestructura Ferroviaria, así como los distintos operadores de cargas y pasajeros. En coordinación con la ANI, también tendría a su cargo la fiscalización y supervisión de los contratos de concesión que se otorguen.

Por la Ley 21 de 1988, se creó la Empresa Colombiana de Vías Férreas (FERROVIAS), empresa “industrial y comercial del Estado”, encargada de “...mantener, mejorar, rehabilitar, extender, modernizar, explotar, dirigir y administrarla red férrea nacional”. Ferrovías recibió de FNC la totalidad de la red ferroviaria, incluyendo las líneas inactivas y, en cumplimiento de las políticas gubernamentales, se abocó a la racionalización del sistema. Dicha racionalización consultaba un plan de rehabilitación de la red, por un monto estimado en US\$ 338 millones. Debido a un conjunto amplio de razones, entre las cuales la más relevante fue la imposibilidad de Ferrovías para elevar los niveles técnicos, económicos y financieros del ferrocarril, este plan de rehabilitación no logró cumplir sus

objetivos y en 1995 se decidió concesionar al sector privado los tramos con mayor potencial. En 1998 se estructuró y concesionó la Red Férrea del Pacífico en el valle del Cauca, y en 1999 la Red Férrea del Atlántico en el valle del Magdalena.

En cuanto a las regulaciones técnicas ferroviarias, los Ferrocarriles Nacionales de Colombia y posteriormente Ferrovías adoptaron en su momento un conjunto de normas basado en las normas norteamericanas, decisiones que quedaron sin efecto con la disolución de ambas entidades, produciéndose un vacío normativo. En este sentido, se recomienda que Colombia, con un sistema ferroviario orientado fundamentalmente al transporte masivo de cargas, profundice su adhesión a la normativa técnica ferroviaria norteamericana (DOT/FRA–AREMA–AAR).

En 2003 se decidió la liquidación de Ferrovías, traspasando la tuición de las vías concesionadas al Instituto Nacional de Concesiones, INCO, creado el mismo año con el expreso propósito de administrar las concesiones de infraestructura del Estado. El INCO fue, a su vez, disuelto y reemplazado en 2011 por la Agencia Nacional de Infraestructura, entidad con similares propósitos.

Las vías no concesionadas quedaron a cargo del Instituto Nacional de Vías, INVÍAS. INVÍAS fue creado en 1992 teniendo, a su vez, como objetivo la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte. Sin perjuicio de esta declaración de principios, la vocación principal de INVÍAS es la gestión de la extensa red de carreteras no concesionadas de Colombia y el resultado práctico del traspaso a INVÍAS de las vías férreas no concesionadas fue que

éstas continuaron su decadencia con el paso del tiempo haciendo extremadamente difícil su rehabilitación por el deterioro progresivo de su infraestructura y la ocupación ilegal de sus terrenos.

En este marco se enuncian dos leyes que involucran el transporte y las vías férreas en la legislación de Colombia. En primer lugar, bajo la ley 105 de 1993, se encuentran disposiciones finales acerca del sector y sistema nacional de transporte en Colombia, en uno de los artículos se refiere específicamente a los ferrocarriles nacionales, este describe los pasos a seguir después de la desaparición de la empresa Ferrocarriles Nacionales de Colombia -la cual estuvo a cargo en su momento del funcionamiento total de las vías férreas nacionales-, dispone la liquidación de las propiedades a quién el gobierno autorice junto con el ministerio de transporte que entidad quedará a cargo total o parcialmente de los bienes inmuebles y documentos legales.

Seguidamente, la ley 336 de 1996 por la cual se adopta el estatuto nacional de transporte, se encuentra el transporte ferroviario, este estipula las normas sobre este medio de transporte, las concesiones y responsabilidades de las empresas adquirentes de los contratos, como rehabilitación, mantenimiento, conservación, control, operación de la vía y prestación del servicio de transporte ya sea para personas o mercancías, adicionalmente resalta la importancia de este medio de transporte calificándolo como un servicio público esencial y por esto estableció un solo artículo donde se especifica que El gobierno propenderá para facilitar los procesos necesarios en cuanto a la adecuación y mantenimiento del sistema ferroviario.

Cabe mencionar que las leyes anteriormente nombradas son; la ley 105 de 1993, TÍTULO V, Artículo 63º, Parágrafo 1º, Parágrafo 2º, Parágrafo 3º. (Régimen Legal de

Bogotá, 1993) y la ley 336 de 1996, CAPÍTULO QUINTO, Artículo 80, Artículo 81, Artículo 82, Artículo 83, Artículo 84.

Estado del arte

En la tesis Corredor Multimodal Interoceánico: “Análisis comparativo del Canal de Panamá y el Canal Interoceánico en México” (Benhumea, 2019) planteada en el Centro Universitario UAEM Tenancingo, se realizaron algunos estudios para analizar el paso interoceánico en el de Istmo de Tehuantepec, México. Se plantean las alternativas para que el paso interoceánico sea mediante ferrocarril, además se hizo un estudio sobre las diferentes solicitudes de carga que tiene el puerto de Salina La Cruz en México, identificando los diferentes modos de transporte para la exportación e importación que se tienen en el país mexicano. En el mismo documento se analiza los diferentes destinos, los tipos de embarcaciones que pasan por el canal de Panamá y en los puertos mexicanos, también las mercancías que por dichos puertos pasan.

La construcción de un ferrocarril interoceánico en México, según el estudio es viable, aunque no inmediatamente, ya que la demanda que tiene el puerto de Salina la Cruz en este momento no tiene los volúmenes de carga suficiente para el éxito del proyecto. Sin embargo, la distancia que existe por la cercanía con potencias asiáticas y el mismo Estados Unidos (EEUU) hace que el proyecto tenga una relevancia importante a considerar y se plantee un futuro exitoso. Aunque si bien el documento no plantea una rivalidad con el Canal de Panamá sí establece comparaciones de volúmenes y embarcaciones que le dan vida al canal mismo. El aporte final luego del estudio de caso es que el proyecto del ferrocarril en el Istmo de Tehuantepec sí es viable; y actualmente se está desarrollando en México dicha conexión interoceánica, con un avance en obra carretera y férrea, además de la adecuación de los puertos que servirán al proyecto mismo.

El océano Pacífico ha despertado gran interés por parte de ingenieros colombianos, es así como en la conmemoración de los 70 años de la Universidad Nacional, sede Manizales, se presentó un proyecto titulado Pacífico colombiano, en el cual se aborda el tema principal de la conexión interoceánica de Colombia mediante la creación de dos nuevos puertos marítimos. Uno en Cupica, Choco en el Pacífico colombiano y otro en el Urabá Antioqueño. Dicho estudio compara la alternativa mencionada anteriormente y a la cual se le da como nombre el ferrocarril verde, con otras alternativas ya estudiadas por empresas extranjeras, denominado ferrocarril chino. Se hace un análisis en primera instancia del flujo comercial marítimo en el mundo, unos antecedentes de algunas conexiones férreas en la región como es la del gran canal de Nicaragua y en el istmo de Tehuantepec, México. Además, hace un análisis de los movimientos de carga en el país clasificando las exportaciones e importaciones y hace énfasis en las dimensiones del proyecto; ambiental, corredores logísticos, dimensión económica y logística. Haciendo una comparativa constante con la alternativa de un ferrocarril chino, que según el autor afecta gravemente el ecosistema y algunas reservas forestales en la construcción de dicho ferrocarril.

Hace un análisis sobre los datos oficiales y de estudios que él ha realizado con anterioridad, sin embargo, también hace un especial énfasis en la necesidad de desarrollar el proyecto, mostrando las bondades del mismo, y estableciendo una alternativa concreta con aproximadamente 250 km de vía férrea para la conexión interoceánica en el país, (Duque-Escobar, 2018).

Por otra parte, existen ramales de conexiones férreas que pueden complementar el desarrollo del proyecto mismo, haciendo más fácil la conexión de los puntos de

extracción de la materia prima con los puertos marítimos y viceversa. El documento proporcionado por la Universidad Nacional de Colombia y la Sociedad de Mejoras Públicas de Manizales, propone una extensión del sistema ferroviario que sale desde Buenaventura incursionando en el eje cafetero. El documento se refiere a la desigualdad de que tiene el transporte carretero con el férreo, y estableciendo que el transporte férreo cuesta de 3 a 4 veces menos que el carretero, sin embargo, solo representa el 0.35% de la longitud total de la red de transporte nacional.

El ferrocarril del eje cafetero integra también la cuenca más importante del país que es la hidrovía del Magdalena y recalca la importancia del carbón andino de la zona, que actualmente el poco que es explotado se exporta por el puerto de Santa Marta, ya que no se cuenta con una conexión directa con la costa pacífica colombiana. El autor muestra una serie de alternativas para establecer un transporte intermodal férreo con el fluvial, integrado además proyectos como la conexión de la Orinoquia Colombiana con Venezuela, con el único fin de dar una salida de mercancías por la costa pacífica. Concluyendo que al reducir los costos de transporte se puede habilitar la plataforma o locomotora minera del carbón andino integrando las hidrovías del país expandiendo la conectividad de Colombia y la red férrea nacional, (Duque-Escobar, 2017).

Identificando así, acciones y políticas públicas encaminadas al crecimiento de la actividad férrea de carga en el país. El Banco Interamericano de Desarrollo hace una comparativa del caso, luego de analizar las cifras de distribución vial y férrea de mercancía, comparándolas con otros países de la región, encontrando que Colombia se encuentra en tercer lugar en Latinoamérica después de Brasil y México en el tonelaje transportado por los operadores ferroviarios. El documento finaliza dejando una

conclusión importante, y es que para que se desarrolle correctamente el transporte de carga en el país es necesario pasar de la trocha angosta a la trocha estándar, con acciones del gobierno encaminadas a solucionar el problema, ya que solo se cuenta con una línea privada de 150 km (Cerrejón) con trocha estándar. Además, los autores recalcan que se requiere un estudio concreto de la demanda para así mismo establecer las terminales intermodales, (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describen los lineamientos metodológicos que caracterizaron la presente investigación. Se muestra detalladamente los procedimientos y técnicas utilizados para visualizar el alcance del planteamiento del problema y de los objetivos planteados en la temática de estudio.

Naturaleza de la investigación

Este capítulo contiene la estructura metodológica bajo la cual se realiza esta investigación. De allí que, el marco metodológico constituye la médula del plan, se refiere a la descripción de las unidades de análisis o de investigación, las técnicas de recolección de datos, las técnicas de análisis y los procedimientos. Por ello, se muestran los aspectos metodológicos que permitirán abordar el estudio sobre el análisis de alternativas de comunicación férrea para conexión interoceánica y portuaria de Colombia. La investigación se ajusta a los requerimientos del paradigma positivista, con un enfoque cualitativo, sobre el cual (Cerdeña, 2007), señala que esta corriente o enfoque cualitativo es aquella que utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

Tipo de investigación

El nivel de crecimiento científico que el investigador desea alcanzar dependerá del tipo de estudio seleccionado, identificando los requerimientos de información y análisis que se realizará tomando en cuenta los objetivos planteados. De acuerdo con el propósito de dicha investigación, la misma se enmarca dentro del tipo analítico-descriptivo, los

estudios analíticos son aquellos que tratan de entender las situaciones en términos de sus componentes. Intenta descubrir los elementos que componen cada totalidad y las interconexiones que explican su integración. (Hurtado, 2007).

Diseño de la investigación

Una vez definido el tipo de estudio a realizar es necesario identificar el diseño en el cual se desarrollará. El diseño es una estrategia general que adopta el investigador, como forma de abordar un problema determinado, que generalmente se traduce en un esquema que permite identificar los pasos a seguir en un estudio y hace explícitos los aspectos operativos de la misma. (Bisquera, 2009).

El estudio se considera no experimental, ya que en ningún momento se manipulará la categoría de estudio, sino que se plantearán los hechos tal como se evidencian, la investigación no experimental consiste en observar el fenómeno tal y como se da en su contexto natural para después analizarlo. (Hernandez, 2010).

Con respecto a los datos manejados, el basamento fundamental que apoya el alcance de los objetivos está referido al análisis de documentos, en este sentido, los estudios documentales son aquellos que se realizan sobre la base de los documentos que se encuentran en bibliotecas, buscadores y está contenida en libros, periódicos y otros materiales, como trabajo de grado, revistas especializadas enciclopedias, diccionarios, anuarios.

La presente investigación se adapta y está sustentada en un diseño documental porque se realizan sobre la base de los documentos e informes, es decir, investigaciones anteriores con casos similares en otros países y estudios de caso en Colombia, a través de distintos buscadores especializados brindados por la universidad, dado que la

universidad cuenta con una base de datos robusta CRAI – USTA, entre otros, mediante el centro de recursos para el aprendizaje y la investigación y con herramientas como Google Scholar, además se identificarán los puntos claves de partida para entender las características que comparten las investigaciones consultadas con el planteamiento propio de un paso interoceánico en Colombia.

En consecuencia, de lo mencionado anteriormente se plantea realizar un análisis e interpretación de los antecedentes mediante la recolección de datos brindados por entidades oficiales de Colombia como el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Ministerio de Transporte y de las empresas que manejan las concesiones de los corredores férreos en Colombia. Se va a llevar a cabo una revisión de otras investigaciones y de documentos relacionados con el problema estudiado. Esto significa que se realizará un análisis de los registros documentales y los documentos oficiales relacionados para recopilar la bibliografía pertinente al tema que permitirá abordar la investigación y darle el soporte teórico necesario que refuercen los conocimientos e información que se pretende suministrar con el presente estudio

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos responden al proceso a través del cual se pretende obtener la información de interés necesaria para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, se sabe que, una vez establecida la problemática, definidos los objetivos y construido el marco teórico es momento de seleccionar las técnicas de recolección de datos pertinentes para responder a la interrogante formulada. (Arias, 2007) Todo en correspondencia con el problema, los objetivos y el diseño de investigación.

En este orden de ideas se entiende por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información, las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirve de complemento al método científico, el cual posee una aplicabilidad general.

De manera complementaria, la investigación científica se lleva a cabo siguiendo un método; en todo caso, el método científico. Esto permite al sujeto investigador siguiendo una lógica secuencial, paso a paso, acercarse a una realidad para conocerla, comprenderla y dar respuesta a las interrogantes que van surgiendo de la interacción entre el sujeto y el objeto. En consecuencia, para aplicar el método se necesita del auxilio de ciertas técnicas dirigidas a recabar la información (técnicas para la recolección de datos), o para comprobar el conocimiento adquirido. (Pelekais, 2015).

Las técnicas tienen que ver con los procedimientos utilizados para la recolección de datos. Mientras que los instrumentos representan la herramienta con la cual se va a recoger, filtrar y codificar la información, los instrumentos pueden estar ya elaborados e incluso normalizados, como es el caso de los test y algunas escalas. Sin embargo, si se trata de eventos poco estudiados, puede ser necesario que el investigador elabore sus propios instrumentos, y éstos pueden ser listas de cotejo, escalas o cuestionarios, entre otros más. En algunas áreas de conocimiento se requiere de instrumentos de medición mecánicos o electrónicos, dependiendo del evento estudiado. (Hurtado, 2007).

En atención al carácter documental de la investigación, se utiliza la técnica de revisión documental, la cual se define como el análisis crítico de otras investigaciones y de documentos relacionados con el problema estudiado. (Chavez, 2007), Esta técnica se emplea sobre los registros documentales y los documentos oficiales relacionados para recopilar la bibliografía pertinente al tema que permitirán abordar la investigación y darle

el soporte teórico necesario que refuercen los conocimientos e información que se pretende suministrar con el presente estudio. Se basa en la abstracción de datos de los informes y documentos, que contribuyen a realizar el análisis en función de los elementos de análisis seleccionados.

Plan de trabajo

Para el desarrollo de esta investigación fue realizado un plan de trabajo para lograr los objetivos y la obtención de respuesta sobre la problemática planteada. De esta manera se realizaron una serie de pasos secuenciales descritos a continuación:

Tabla 1 Plan de Trabajo

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
Diagnosticar la situación de las posibles alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia	Identificación de documentos claves y estudio de los mismos	Una investigación detallada de las vías férreas existentes en Colombia.	La consecución de este objetivo y sus resultados beneficiará al Ministerio de transporte de Colombia, a la red férrea nacional y a las principales industrias que necesiten situar sus productos en los principales puertos de Colombia.
Caracterizar la demanda de un posible paso interoceánico en Colombia y los beneficios para la sociedad y desarrollo industrial	Búsqueda de información marítima comercial en Colombia y en la Región de Latinoamérica.	Investigación exhaustiva de la demanda de Colombia y de los principales puertos de la región, identificando los potenciales clientes que pueda atraer el	La consecución de este objetivo y sus resultados beneficiará al Ministerio de transporte de Colombia, a la red férrea nacional y a las principales

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
		paso de mercancías en Colombia, así como el beneficio de la alternativa para el desarrollo industrial del país	industrias que necesiten situar sus productos en los principales puertos de Colombia.
Indicar los puntos relevantes económico – financiero para el desarrollo de un paso interoceánico de uso nacional e internacional	Identificar y comparar parámetros económicos de alternativas de transporte	La comparación de costos para la rehabilitación y construcción de vías férreas con modos de transporte vigentes (carretero y/o fluvial)	La consecución de este objetivo y sus resultados beneficiará al Ministerio de transporte de Colombia, a la red férrea nacional y a las principales industrias que necesiten situar sus productos en los principales puertos de Colombia.
Formular lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico de Colombia	Se abstrae información del manual férreo de especificaciones técnicas en función a los elementos de análisis seleccionados.	A través de la visión estratégica (la cual va más allá de la visión declarada) hacer un análisis del manual, en este caso, los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea, estos sustentarán los lineamientos estratégicos a través de acciones, las cuales se sistematizarán coherentemente.	La consecución de este objetivo y sus resultados beneficiará al Ministerio de transporte de Colombia, a la red férrea nacional y a las principales industrias que necesiten situar sus productos en los principales puertos de Colombia.

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 2 Presupuesto

CONCEPTO	Hora semanal	Costo hora [Pesos]	Tiempo de dedicación [Semanas]	TOTAL [Pesos]
Personal				
Director – Asesor	2	\$20.000	16	\$640.000
Autor(es) del proyecto	10	\$5.000	16	\$800.000
SUBTOTAL				\$1'440.000
Recursos técnicos				
Software (Autocad, Civilcad)	-	-	16	\$879.000
Herramientas (computador, impresora)				\$100.000
Documentos pertinentes (información web)				\$200.000
SUBTOTAL				\$1.179.000
Recursos operativos				
Gasto en papelería y unidades de almacenamiento e información				\$100.000
Redacción e impresión				\$200.000
Toma de copias – anillado o empaste de documentos				\$150.000
SUBTOTAL				\$450.000
SUBTOTAL GENERAL				\$2.969.000
Imprevistos (10%)				\$296.900
TOTAL GENERAL				\$3.365.900

Fuente: Elaboración propia (2021)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados enmarcados en el desarrollo de los objetivos específicos establecidos en el capítulo I, para de esta manera alcanzar el objetivo general orientado a “Analizar la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia”, siendo necesario para ello el análisis y discusión de los resultados.

Ahora bien, la presentación y análisis de los resultados constituye una de las fases más importantes del proceso de investigación, por cuanto refleja la etapa de integración del esfuerzo teórico y metodológico, que el investigador realiza para dar respuestas a las interrogantes del estudio y así lograr alcanzar el objetivo general y los objetivos específicos planteados. Al respecto, el análisis e interpretación de los resultados permite al investigador, la identificación de los problemas una vez analizadas las necesidades a fin de presentar propuestas para resolverlos con eficiencia y eficacia (Hernandez, 2010). A efectos de iniciar el análisis, se exhiben los resultados obtenidos para cada uno de los objetivos de la investigación, iniciándose con el objetivo específico 1: “Diagnosticar la situación de las posibles alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia” Para lo cual, es necesario desarrollar el análisis de este objetivo. Objetivo específico 1: **“Diagnosticar la situación de las posibles alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia”**.

Los informes del Departamento Nacional de Planeación en cabeza del CONPES, describen que en la actualidad Colombia carece de un sistema férreo adecuado por tal

razón estos documentos constituyen las evidencias de la nombrada situación, estos son los siguientes:

En primer lugar y como guía de la situación actual se tomó el CONPES 2776 “Estrategia para la modernización de la red férrea” en el cual se aborda la infraestructura actual en kilómetros este informe explica la longitud de las líneas en la cual de los 3154 Km de corredores que componen la red férrea nacional, 1915 Km (60.7%) son corredores activos, y los restantes 1239 Km (39.3%) están fuera de funcionamiento. Del total de corredores activos, 1665 Km son objeto de operaciones comerciales en la actualidad. La red nacional activa está compuesta por dos grandes segmentos: la primera la del Atlántico (línea Puerto Salgar-Santa Marta), con sus respectivos accesos Bogotá-Puerto Salgar y Grecia-Medellín, cuya longitud total es de 1171 Km la segunda la del Pacífico

Alternativa 1. Concesión o red del Atlántico y concesión o red del pacífico

Concesión o red del Atlántico

Por la Ley 21 de 1988, se creó la Empresa Colombiana de Vías Férreas (FERROVIAS), empresa “industrial y comercial del Estado”, encargada de “...mantener, mejorar, rehabilitar, extender, modernizar, explotar, dirigir y administrar la red férrea nacional”. Ferrovías recibió de FNC la totalidad de la red ferroviaria, incluyendo las líneas inactivas y, en cumplimiento de las políticas gubernamentales, se abocó a la racionalización del sistema. Dicha racionalización consultaba un plan de rehabilitación de la red, por un monto estimado en US\$ 338 millones. Debido a un conjunto amplio de razones, entre las cuales la más relevante fue la imposibilidad de Ferrovías para elevar los niveles técnicos, económicos y financieros del ferrocarril, este plan de rehabilitación no logró cumplir sus objetivos y en 1995 se decidió concesionar al sector privado los tramos con mayor

potencial. En 1998 se estructuró y concesionó la Red Férrea del Pacífico en el valle del Cauca, y en 1999 la Red Férrea del Atlántico en el valle del Magdalena. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

En 1999, FERROVIAS entregó en concesión a la Empresa Ferrocarriles del Norte de Colombia (FENOCO), por el término de 30 años, la rehabilitación, reconstrucción, conservación, operación y explotación de la infraestructura de la Red Férrea del Atlántico, incluido bienes inmuebles, bienes muebles y material rodante correspondiente a alrededor de 1.500 (Aprox.) kilómetros de vías. La concesión incluyó los tramos:

1. Dorada – Chiriguaná (523 km);
2. Buenos aires – Mariquita – La Dorada (177);
3. Cabañas – Envigado (169 km);
4. La Dorada - Facativa (162 km);
5. Villavieja – Buenosaires (154 km);
6. Puerto Berrios – Cabañas (29 km)

Con una extensión de 1.493 km a 1.214 km atravesando los departamentos del Cesar, Magdalena, Santander, Boyacá, Antioquia, Cundinamarca, Caldas y cuyo objeto consistió en la rehabilitación, reconstrucción de 1.107 km de vía férrea, conservación de toda la red férrea concesionada, incluidos 376 km previamente rehabilitados por Ferrovías, para la prestación del servicio de carga, con una duración de la concesión de 30 años a partir del 3 de marzo de 2.000, (Departamento Nacional de Planeacion, 2008).

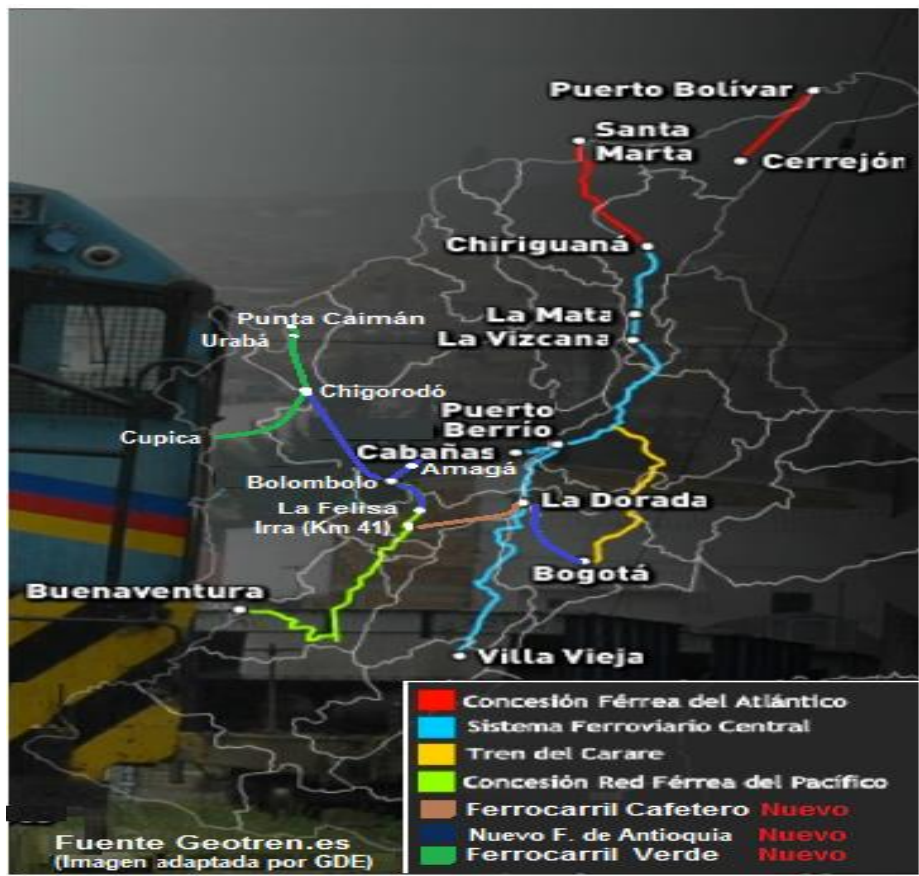


Figura 4 Mapa concesión férrea en Colombia
Fuente: Red Cultural del banco de la Republica

Tabla 3 Concesión del atlántico (2008)

Nº	Línea	Longitud (km)	Estado actual	Nivel de intervención	Actividades
1	Dorada – Chiriguaná	523	Rehabilitado	Mantenimiento y conservación	Consistente en el reemplazo de la totalidad de los durmientes de madera por otros de Concreto con sujeción elástica y la soldadura de los rieles en forma continua.
2.	Buenos aires – Mariquita – La Dorada	177	Inactivo y sin rehabilitar	Re-construcción, rehabilitación, mantenimiento y conservación	-
3.	Cabañas – Envigado	169	Sin rehabilitar	Pre-rehabilitación	-
4.	La Dorada - Facativa	162	Sin rehabilitar	Pre-rehabilitación	-
5.	Villavieja – Buenosaires	154	Inactivo y sin rehabilitar	Vigilancia, cercado y recuperación del corredor férreo invadido	-
6	Puerto Berrios – Cabañas	29	Rehabilitado	Mantenimiento y conservación	Consistente en el reemplazo de la totalidad de los durmientes de madera por otros de concreto con sujeción elástica y la soldadura de los rieles en forma continua.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados del Departamento nacional de Planeación. Documento CONPES (2008)

De la tabla anterior se puede evidenciar un diagnóstico de la concesión del atlántico, que conectaría con la red que va hasta Santa Marta, en la actualidad solo se ha rehabilitado el tramo de la Dorada hasta Cabañas, además estas líneas presentan problemas relacionados con la estabilidad de los terraplenes, el estado de las traviesas, los

alineamientos geométricos, la nivelación, los drenajes, un deficiente riego y perfilado de balasto y el crecimiento de maleza en las mismas. Todo ello es el resultado de la ausencia de programas de mantenimiento, que con el tiempo han llevado a que hoy sea necesario rehabilitar casi la totalidad de la red.

Lo anterior limita las velocidades de operación y reduce la eficiencia del modo férreo, durante 1994, esta velocidad fue de 27 Km/h en la red de Occidente y de 26 Km/h en el tramo Bogotá-Santa Marta. Igualmente, en los trayectos Medellín-Grecia y Bogotá-Belencito fue de 20 y 18 Km/h respectivamente, aproximadamente la mitad de las que se podrían obtener después de rehabilitadas las vías (40 a 50 Km/h). Por otro lado, el alto número de interrupciones que se generan en la prestación del servicio por la ocurrencia de novedades (descarrilamientos y otros), afecta notablemente la confiabilidad que puede ofrecer el sector. En 1994 ocurrieron en total 1.958 novedades, alrededor de 163 por mes; un descarrilamiento por cada diez trenes despachados en la Sociedad de Transporte Ferroviario (STF), Sociedad de Transporte Férreo de Occidente (STFO) y Ferrovías.

De esta forma, aunque en promedio la velocidad operacional de los trenes de carga ha aumentado en un 61% entre 1990 y 1994 (en respuesta a las reformas y planes de rehabilitación introducidos al sector), pasando de 13.8 a 23 Km/h, el impacto de las continuas interrupciones hace que la velocidad media comercial sea tan sólo de 14.5 Km/h. Los ineficientes niveles de velocidad, así como la baja confiabilidad del modo, no permiten que se presente el número de operaciones necesarias para contrarrestar los altos costos fijos en los cuales incurre el sistema férreo, por lo que éste no es lo suficientemente competitivo frente a otros modos de transporte, en esto coincide la

Sociedad de Transporte Ferroviario (STF), Sociedad de Transporte Férreo de Occidente (STFO) y Ferrovías.

Las concesiones anteriores argumentan que anualmente el Departamento Nacional de Infraestructura, antes llamado Instituto Nacional de Concesiones destina recursos para la rehabilitación de las vías, lo que no se evidencia 10 años después, a continuación, la tabla de aportes estatales para la concesión:

Tabla 4 Aportes estatales requeridos para la concesión del Atlántico (2008)

Periodo	Año	Aportes estatales (Millones)		Total aportes estatales
		Mantenimiento	Infraestructura	
1	2009	\$1.865	\$68.972	\$70.837
2	2010	\$2.200	\$63.043	\$65.243
3	2011	\$16.596	\$69.950	\$86.546
4	2012	\$22.046	\$91.184	\$113.230
5	2013	\$23.725	\$90.966	\$114.692
6	2014	\$36.850	\$44.299	\$81.149
7	2015	\$37.956	-	\$37.956
8	2016	\$39.094	-	\$39.094
9	2017	\$40.267	-	\$40.267
10	2018	\$41.475	-	\$41.475
11	2019	\$42.719	-	\$42.719
12	2020	\$44.001	-	\$44.001
13	2021	\$45.321	-	\$45.321
14	2022	\$46.680	-	\$46.680
15	2023	\$48.081	-	\$48.081
16	2024	\$49.523	-	\$49.523
17	2025	\$51.009	-	\$51.009

Millones de pesos corrientes

Fuente: Tabla tomada de Documento CONPES “Estrategia para la modernización de la red férrea” (2008)

Según la tabla anterior se realizaron proyecciones hasta el 2014, pero no es posible saber con exactitud si realmente se hacen estas inversiones anualmente. Con base en lo anterior, podría ser viable para Colombia desarrollar un sistema ferroviario para

movilizar carga, y se constituya en una de las posibles alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia.

De allí que, la carga movilizada por esta red en el 2005, fue de 21.7 millones de toneladas. Al 30 de septiembre de 2006 se movilizaron 14.6 millones de toneladas de carbón, para el año 2007 se movilizaron 22 millones de toneladas del mismo. Para el Cemento se movilizaron en el año 2005 219 mil toneladas. A lo largo del 2006, se movilizaron 149 mil toneladas. Los pasajeros por parte de Turistren en el tramo Bogotá y Zipaquirá, se movilizaron en el año 2005, 79.323 y para el año 2006 fueron 63 mil pasajeros. En los sectores Barrancabermeja - Cadena se han movilizaron 64.872 pasajeros. En el tramo Barrancabermeja - Puerto Berrio se han movilizado 36.495 pasajeros. En el tramo Puerto Berrio - Cabañas se han movilizado 6.103 pasajeros. (Ministerio de transporte, 2016).

Actualmente, Colombia cuenta con aproximadamente 3.515 km de infraestructura férrea, de la cual, 1.991 km apenas si están en concesión y tan solo 1.619 están activos. La red férrea del Atlántico, para el año 2016 el tramo Chiriguaná-Santa Marta transportó 54.6 millones de toneladas (Tovar, 2018) en su totalidad de carbón mineral, de los cuales 11.3 y 2.9 millones de toneladas salieron de los puertos de Buenaventura y Santa marta respectivamente. (Ministerio de transporte, 2016). El sistema ferroviario colombiano incluyendo la red del atlántico se encuentra desactualizada en cuanto a su estructura tanto administrativa como técnica, especialmente porque los referentes legales correspondientes a los contratos de concesión no son suficientemente amplios en lo que respecta a la participación de las asociaciones público-privadas.

Dado que la perspectiva es analizar la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia. Al

finalizar la concesión del atlántico, en “La Dorada”, habrá dos alternativas para salir al Pacífico: una, por la ruta a Buenaventura – Panamá, y otra siguiendo la ruta Chigorodó-Cupica, la clave estará en encontrar la ruta interoceánica con las embarcaciones tipo Suez que permiten el comercio marítimo entre Europa y el sur de Asia.

Concesión o red del Pacífico

La Red Férrea del Pacífico cubre 498 Km en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle, el Concesionario es Sociedad Concesionaria de la Red Férrea del Pacífico S.A. Tren de Occidente S.A, Objeto del contrato de concesión: rehabilitar, reconstruir, conservar y operar el corredor férreo a cargo. Duración de la concesión 30 años, inicio de la concesión 14 de marzo de 2000.

La concesión del Pacífico se adjudicó en 1998 a la empresa Tren de Occidente, que comenzó sus operaciones en el 2000. Según los términos originales de la concesión, el Estado aportaría US\$ 120 millones para la rehabilitación de los 498 km de vías férreas, sólo una parte de esas obras han sido ejecutadas. En 2008, el Gobierno Nacional autorizó la cesión de la concesión a un consorcio de 12 empresas asociadas en el denominado Ferrocarril del Oeste, el que debería operar inicialmente el tramo entre Buenaventura y Cartago de 380 km, para posteriormente recibir el tramo de 118 km entre Cartago y La Felisa, cuya rehabilitación estaba detenida por conflictos ambientales (ANI, 2015) La concesión incluyó 2 líneas y 1 tramo:

1. Buenaventura y Cartago (Cali) (380 km)
2. Cartago (Cali) y La Felisa (118 km)
3. Zarzal – La Tebaida

Tabla 5 Concesión del pacifico (2008)

N°	Línea	Longitud (km)	Estado actual	Nivel de intervención	Actividades
1	Buenaventura y Cartago (Cali)	380	Inició el proceso de reversión y liquidación del contrato	Rehabilitación, conservación, operación y explotación	-
2	Cartago (Cali) y La Felisa	118	Activo Pre-rehabilitación	Rehabilitación, conservación, operación y explotación	Se espera, las actividades sean consistentes con el reemplazo de la totalidad de los durmientes de madera por otros de concreto con sujeción elástica y la soldadura de los rieles en forma continua.
Ramal					
3	Zarzal – La Tebaida	-	Inició el proceso de reversión y liquidación del contrato	Rehabilitación, conservación, operación y explotación	-

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados de la agencia nacional de infraestructura (ANI) (2015).

De la tabla anterior se puede evidenciar que esta red férrea tiene una longitud de aproximadamente 498 a 515 km divididos en dos líneas y un tramo: el primero de 380 km que va de Buenaventura a Cartago (Cali), a cargo de la concesión Ferrocarril del Pacífico SAS, y que tenía su fecha de finalización prevista para el año 2030, se iniciará el proceso de reversión y liquidación del contrato. Al igual que en la concesión del Atlántico, el concesionario sobreestimó la dimensión de la demanda y los volúmenes transportados fueron insuficientes para mantener el ferrocarril en operación. De manera paralela se estudiarán las diferentes alternativas para hacer realidad el proyecto de este corredor férreo para los vallecaucanos. El segundo tramo de 118 km que va de Cartago

(Cali) a La Felisa, y está a cargo de Sociedad Tren de Occidente SA-TDO y se mantiene activo, (ANI, 2015).

En el año 2005 se movilizaron 88 mil toneladas de carga, se resaltan los siguientes productos: pulpa e insumos de papel, azúcar, láminas, traviesas, productos e insumos químicos, repuestos, chatarra, maíz, materias primas, tubería y carga en general contenerizada. Se movilizaron 69 mil toneladas, los pasajeros movilizados en el año 2005 por el proyecto turístico Café y Azúcar, movilizó en el tramo Cali - La Tebaida; Cali - La Cumbre - Dagua y La Tebaida - Buga - Cali 23 mil pasajeros, y se movilizaron 17 mil pasajeros.

A pesar de los problemas que se han presentado en Ferrovías, en la actualidad la línea férrea del Pacífico es operada por la empresa Transpacífico de la Sociedad de Transporte Férreo de Occidente (STFO), aunque la vía está en mal estado, bajo estas condiciones ha sido un regulador de tarifas de carga en este sector del país. En cifras, STFO moviliza diariamente tres trenes, cada uno de ellos de diez góndolas con capacidad de 45 toneladas cada una. Esto significa que por este corredor se mueven 1.350 toneladas a una velocidad de 25 kilómetros por hora. Con la rehabilitación de la red férrea, se estima, de acuerdo a los estudios de Socimer-Ineco, que anualmente se movilicen 1.800.000 toneladas de carga y a una velocidad de 75 kilómetros por hora.

Probablemente una de las razones principales de la baja participación del ferrocarril del pacífico está relacionada con las limitaciones de la infraestructura ferroviaria, que encarecen y dificultan la operación y sólo permiten la circulación de trenes cortos de baja capacidad de transporte, haciéndolos poco competitivos frente a la carretera: el trazado entre Buenaventura y Cali, diseñado y construido en el siglo XIX, tiene una geometría

difícil y costosa de operar, con la complicación adicional de que cruza por dentro de la ciudad de Cali antes de seguir hacia el norte. Se ha planteado reconstruir completamente el trazado desde Buga, en el valle del Cauca, lo que requiere una inversión estimada inicialmente en US\$ 400 millones ³⁸, o al menos entre Buga y Loboguerrero. El resto de la red tiene un trazado más favorable hasta Cartago, donde se encuentra interrumpido en espera se termine de construir la variante ferroviaria que eluda la ciudad. Adicionalmente a estas dificultades, cabe mencionar que el desarrollo de vías que sigue hacia el norte, hacia La Felisa, es mucho más sinuoso y tiene también, mayor longitud que la carretera. Y surge la situación de si la habilitación del tramo entre Cartago y La Felisa generará cantidades importantes de carga que justifiquen su rehabilitación

Alternativa 2. Cupica y el Urabá Antioqueño

La ingeniería de transportes en Colombia y la investigación exhaustiva de diferentes teorías como la de Duque-Escobar, en la que estudia un corredor férreo entre la pequeña población de Cupica (Chocó) y un puerto ya gestante el Urabá Antioqueño, hace reconocer que existe una necesidad de desarrollar dicha idea férrea, que logre conectar los océanos pacífico y atlántico. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016). Urabá-Cupica es una alternativa de interés para los chinos, basada en dos puertos profundos y solitarios unidos por un ferrocarril interoceánico de 220 km, que movilizaría 40 millones de toneladas por año. El costo del proyecto se estima en U\$7 mil 600 millones, y aparece como alternativa a un corredor férreo como Urabá-Cartago-Buenaventura.

Urabá como alternativa para el occidente colombiano, al movilizar el 40% de la carga de Colombia, debe resolver la salida al Caribe por Urabá, y no por Cartagena. Un puerto profundo en Urabá abre la ruta del comercio marítimo y el camino por tierra para integrar

las Américas. Para alimentar dicho puerto en Urabá, se requiere extender el Corredor Férreo del Cauca 480 km, entre Bolombolo y Urabá.

El Corredor férreo del Cauca, antes que pasar de Bolombolo a Puerto Berrío para competir con la Hidrovía del Magdalena y luego salir a Cartagena, debería llegar a Urabá para ofrecer una salida 40 % más corta al mar Caribe. El flete carretero cuesta 3 a 4 veces más que el ferroviario, y 6 veces más que el fluvial, de reducir los costos del transporte en un 10%, las exportaciones crecerían un 30%. Si Antioquia se decide por el tren a Urabá, ganaría un 40 % en distancia, que si se multiplica por tres daría 120% al pasar del camión al ferrocarril, obteniendo como resultado un incremento del 360% de sus exportaciones (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

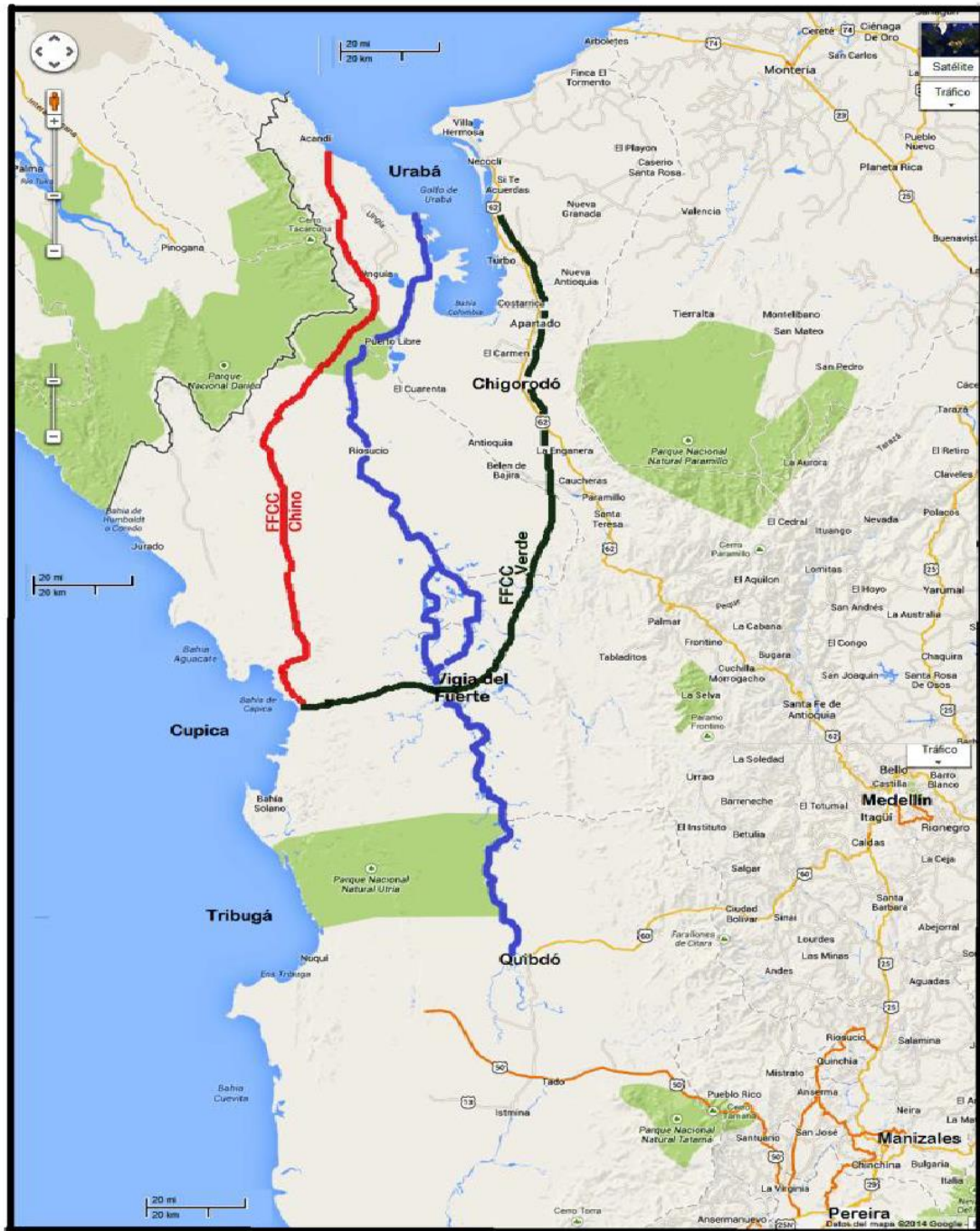


Figura 5 Ferrocarril Verde por Chigorodó, llegando a Vigía del Fuerte para salir a Cupica.
Fuente: Gonzalo Duque Escobar

A diferencia de la propuesta del Ferrocarril Chino (color rojo) el Ferrocarril Verde que se propone (color verde) va por una ruta que no afectara el Parque Nacional de los

Katíos, ni a las comunidades indígenas Embera Dobida, Embera Eyabida y Tule, del ancestral territorio del Darién chocoano. La conexión doble de Urabá: con Cupica para establecer un paso interoceánico, y con Buenaventura para conformar un corredor logístico: son dos formas diferentes de articular los océanos atlántico y pacífico colombiano, en su orden, con un paso interoceánico donde el costo del tránsito es la clave.

El ferrocarril que deberá ser un sistema multicarril, tendrá que alimentarse no sólo con carga de tránsito interoceánico entre continentes, sino también proveniente de Colombia o de la región, y otra más movilizada por el modo fluvial del Atrato, para poder satisfacer la capacidad de los grandes barcos en sendos puertos profundos.

Dicho ferrocarril, al pasar por Chigorodó desarrolla también parte del ferrocarril a Medellín, lo que permite conectar el Tren de Occidente con Urabá para tener una salida más expedita del Occidente colombiano al Caribe. Comparado con Cartagena, Urabá reduce la distancia de salida al Caribe en un 40% para Medellín y en un 30% para el Eje Cafetero. Habrá que establecer puertos multimodales en Chigorodó para enlazar el Ferrocarril de Occidente, y en Vigía del Fuerte y Turbo para el Atrato.

Estos resultados, producto de una revisión documental, permitieron relacionar de forma alta, lo que argumenta (Duque-Escobar, 2017). La realidad de la red ferroviaria en Colombia, ha mostrado un crecimiento con resultados dilatados en el tiempo, es decir, se quedó atrás en infraestructura: de un total de 3.463 Km, 184 km son de la red privada y 1811 km de la red pública. De toda la red, la ANI administra 1.672 Km y el INVIAS 319 Km., mientras 1.322 Km se encuentran inactivos, y sólo operan 2.141 km, los tramos férreos concesionados en los años 1998 y 1999 sumaron 1.991 Km.

De manera que, al contrastar la realidad manifiesta con la teoría consultada, existe total congruencia, lo que indica que la falta de alternativas para el análisis de alternativas de comunicación férrea para conexión interoceánica y portuaria de Colombia, imposibilita integrar otras opciones de vías férreas existentes e identificando los diferentes corredores férreos en Colombia. En este sentido, para el análisis y alcanzar el objetivo de investigación se abordó una alternativa de vía férrea existente la cual está constituida por concesión o red del Atlántico y concesión o red del pacífico, además por la propuesta, desarrollada en el marco de las Actividades de la Sociedad de mejoras públicas (SMP) y la Universidad Nacional (UN) desde 2011, busca aprovechar los océanos atlántico y pacífico colombiano y hacer viable el acceso de Colombia a la Cuenca del Pacífico, (Duque-Escobar, 2018).

Corresponde presentar los resultados para el objetivo 2, el cual estuvo dirigido a **“Caracterizar la demanda de un posible paso interoceánico en Colombia y los beneficios para la sociedad y el desarrollo industrial”**. Para lo cual, es necesario desarrollar el análisis de este objetivo.

Se llevará a cabo una revisión documental de los principales productos y mercancías que entran a los puertos marítimos de Colombia, esto significa que se realizará un análisis de la demanda de los puertos marítimos. Colombia ha invertido fuertemente en el Puerto de Cartagena con la intención de convertirlo en el núcleo de tráfico marítimo, invirtiendo USD\$400 millones de dólares para poder duplicar su capacidad y poder manejar 2.5 millones de TEU, (Duran, 2015).

Hoy en día, Colombia tiene dos puertos de contenedores principales: Cartagena, en el Caribe, y en Buenaventura, en el Pacífico. Esos dos puertos cumplen su rol en la red de

las líneas regulares y están complementados por puertos secundarios del país. Si se necesita mayor capacidad depende de, primero, cual es el potencial de expansión de las infraestructuras y los lugares donde están ubicados los puertos existentes y, segundo, cual es la expectativa de crecimiento de esa demanda, que puede involucrar la importación y exportación del país o el negocio del transbordo, que implica un mayor movimiento de barcos en los puertos, (Morales, 2019).

De los 2 puertos principales, el primero de ellos el de Cartagena, está ubicado estratégicamente a orillas del Gran Caribe, es una de las más importantes autopistas del comercio marítimo internacional, a solo 265 millas náuticas del Canal de Panamá, y un punto de conexión estratégico en la región y el continente. La siguiente tabla, indica en cifras la demanda y las proyecciones del puerto. **Tabla 6 Puerto de Cartagena, en el Caribe**

Puerto de Cartagena, en el Caribe					
Años	Actividad	Crecimiento Con relación a años anteriores (%)	Productos en crecimiento (Importados)	Totalidad de exportaciones en este puerto	Sector Con mayor actividad
2019	El puerto movilizó más de 2.7 millones de TEU*	23.5%	En la importación de granel solido	Aporta casi el 30% de las exportaciones en Colombia	Las ventas al exterior del Caribe corresponden al sector minero-energético, en un alto porcentaje.
Hasta junio 2020	El puerto movilizó más de 1.4 millones de TEU (Meta: (3) millones de TEU*)	21.5%	En la importación de granel liquido	Aporta el 30% de las exportaciones en Colombia	Las ventas al exterior del Caribe corresponden al sector mineroenergético, en un alto porcentaje.
2021	La meta al cierre de este año es alcanzar los tres (3) millones de TEU*	23.7%	En la importación de granel solido	Aporta un poco más del 30% de las exportaciones en Colombia	Las ventas al exterior del Caribe corresponden al sector minero-energético, en un alto porcentaje.

*Estas siglas representan la unidad de medida de capacidad del transporte marítimo referida en contenedores de carga. TEU es la capacidad de carga que tiene un contenedor estándar de 20 pies.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados del perfil económico regional, desarrollado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

De la tabla anterior se puede evidenciar que el puerto de Cartagena, es una de las plataformas exportadoras más grandes del país, y según el perfil económico regional desarrollado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, las exportaciones representaron entre un poco menos del 30% y el 30% del total nacional, entre 2019 y proyecciones al cierre del 2021. En su mayoría, las ventas al exterior por este puerto al exterior, corresponden al sector minero-energético, representado por un 65.7% del total. Esto permitió hacer una revisión de los principales productos y mercancías que entran al puerto marítimo de Cartagena – Colombia, lo que implicó hacer un análisis de la demanda a este puerto.



Figura 6 Puerto de Cartagena Fuente:
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

En cuanto a la demanda del puerto marítimo de Cartagena, actualmente, atiende 25 líneas navieras y está conectada con 750 puertos en 140 países alrededor del mundo. Este alto número de líneas directas se traduce en enormes ventajas competitivas para los importadores y exportadores colombianos, como para las compañías internacionales que hacen transbordo en el puerto. Su desarrollo estratégico en el entorno del comercio internacional marítimo ha hecho del puerto de Cartagena demandado para el comercio Colombo Americano (Morales, 2019).

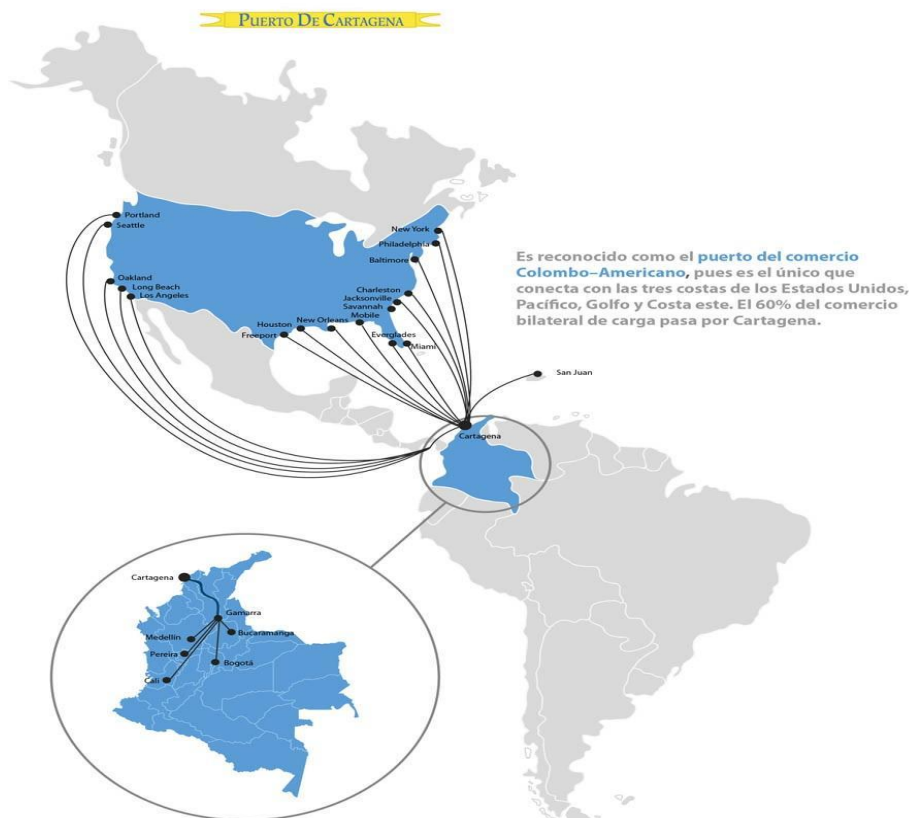


Figura 7 Puerto de Cartagena
Fuente: Plataforma logística y portuaria del Caribe

El puerto de Cartagena, es reconocido como el puerto de comercio Colombo – americano, es el único que conecta con las tres costas de los Estados Unidos, Pacífico, Golfo y Costa este, respectivamente. El 60% aproximadamente del comercio bilateral de carga pasa por Cartagena. Sin embargo, el desafío de los puertos más grandes no es la accesibilidad marítima (Aunque se podría mejorar) ni la capacidad portuaria, el desafío de los puertos colombianos es la conexión (férrea/modo carretero) hacia el interior, es decir, corresponde tener un plan de conexión interior. En este caso, si se trata de grandes puertos, es porque se manejan grandes volúmenes, de allí que se requiere, sea sostenible manejar toda esa carga y tener el potencial de hacer la conectividad y la actividad hacia el interior del país de una manera más eficiente. Además, permiten generar economías de escala en sus movimientos y una reducción del impacto social y ambiental del transporte de carga, (Morales, 2019). De ahí, la importancia de establecer la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, dado que los puertos son parte de varias cadenas de suministro, así pues, el acceso tanto marítimo como hacia el interior también debería funcionar de manera sostenible. Un puerto que solo depende del transporte por carretera hacia el interior, como es el caso de los puertos en Colombia, no es sostenible. Además, un puerto que no tiene una alternativa u opción multimodal, que aproveche vías fluviales o ferroviarias no es sostenible.

De los 2 puertos principales, el segundo de ellos es el de Buenaventura, en el Pacífico, es un puerto con un potencial incipiente que no se ha aprovechado. Aun así, se puede considerar como el Puerto más importante del Pacífico colombiano. Además, de ser un centro indispensable para el comercio náutico Pacífico, también es uno de los puertos

sudamericanos más cercano de los mercados asiáticos. Colombia ha invertido en 2019 USD\$28 millones de dólares para poder mejorar su capacidad y para el 2020 se ejecutan más de USD\$32 millones de dólares, (Duran, 2015). La siguiente tabla, indica en cifras la demanda y las proyecciones del puerto.

Tabla 7 Puerto de Buenaventura, en el Pacífico

Puerto de Buenaventura, en el Pacífico				
Años	Actividad	Crecimiento Con relación a años anteriores (%)	Totalidad de importaciones en este puerto	Sector (es) Con mayor actividad
2019	El puerto movilizó menos -17.9% en comparación al 2018.	-17.9%	En esta zona portuaria se moviliza cerca del 45% de carga internacional, principalmente de importación, la cual en 2019 representó el 32% del total nacional.	Las ventas al exterior corresponden al sector pesquero y cafetero un 69% del café del país es decir, un alto porcentaje, sale por Buenaventura
2020	El puerto movilizó menos -6 % en comparación al 2019.	-6%	En esta zona portuaria se moviliza cerca del 43% de carga internacional, principalmente de importación, la cual en 2020 representó el 30% del total nacional.	Las ventas al exterior corresponden al sector pesquero y cafetero un 69% del café del país es decir, un alto porcentaje, sale por Buenaventura
2021	No existen cifras oficiales	-		-

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados del Ministerio de transporte (2020)

De la tabla anterior se puede evidenciar que, en el puerto de Buenaventura, la principal razón de la disminución en la actividad, se ha considerado la profundidad del puerto de Buenaventura, ya que otros puertos del Pacífico como Manzanillo, Balboa, Posorja, Callao y Valparaíso tienen una profundidad de entre 15 y hasta 16.5m, mientras que Buenaventura tiene una profundidad de 13,5 en bahía externa (12,5m en bahía interna con marea cero, y 15,5m con marea alta). Además, se tiene certeza que parte de la carga que se ha dejado de movilizar en Buenaventura se ha ido para un puerto ecuatoriano, el puerto de Posorja, esto no ha sido causado única y necesariamente porque Buenaventura tenga menor profundidad que Posorja, sino por la profundidad que anteriormente tenía el puerto de Guayaquil, la cual era de 9,75m. Esta profundidad no

permitía el ingreso de naves de gran calado, por lo que requerían el uso del puerto de Buenaventura para realizar transbordo a buques más pequeños que pudieran entrar a Guayaquil. Actualmente, este puerto en Ecuador cuenta con una profundidad de 12,5m y Posorja de 16,5m, lo que permite que ya no se requiera del puerto de Buenaventura para importar o exportar la carga natural de Ecuador, el cual siempre fue el destino al cual buscaban llegar las naves que hoy no hacen su arribo a la zona portuaria de Buenaventura, (Ministerio de transporte, 2016). Esto permitió hacer una revisión de los principales productos y mercancías que entran al puerto marítimo de Buenaventura – Colombia, lo que implicó hacer un análisis de la demanda a este puerto.



Figura 8 Puerto de Buenaventura
Fuente: Ministerio de transporte (2020)

En cuanto a la demanda y competitividad del puerto marítimo de Buenaventura, cabe mencionar que la competitividad de un puerto no se define exclusivamente por sus características físicas y de infraestructura; también dependerá, entre otros, de su vocación, la capacidad instalada, la captación de nuevas mercancías, la localización y accesibilidad, la conectividad, las áreas de influencia, los desarrollos estratégicos, las alianzas, la adaptación de las políticas administrativas, el desarrollo y modernización tecnológica, las tramitaciones a los procedimientos aduaneros, las tarifas, los procedimientos administrativos y la capacidad intermodal y su conectividad.

En este sentido, la conectividad del puerto es tanto o más importante que las actividades que se realizan allí directamente, pues la inserción en la cadena logística representa eficiencias y ahorros en tiempos, costos y cadenas de suministro, además de los trámites y servicios que se desarrollan como parte de la actividad comercial. Así, es fundamental destacar las intervenciones que se han venido dando de manera permanente a la doble calzada Buga–Buenaventura, las cuales han permitido un flujo de transporte de carga

permanente previo a la implementación del sistema de túneles y viaductos que actualmente existen. Estos continuarán durante 2020 – 2021 bajo un nuevo contrato de obra pública para la intervención de 8,5 kilómetros a cargo del Invías, el cual será adjudicado, mientras que además se avanza en la estructuración de la futura concesión para la misma vía, proceso que incluye una segunda calzada en la variante alterna interna y el mantenimiento de los 18 túneles existentes, así como la operación integral de la vía, todo esto previsto por unos \$2,4 billones de pesos. (Ministerio de transporte, 2016).

Las mejoras pertinentes con el fin de aumentar y mantener un alto nivel de competitividad para el Puerto de Buenaventura, y para la región, implicará no sólo la eficiencia en el transporte terrestre y marítimo de la carga, sino además la consolidación de un sistema de actividades económicas para Buenaventura y la región, que probablemente harán al puerto más atractivo y competitivo, logrando así que éste y sus actividades relacionadas brinden mayor bienestar para la región.

De igual manera y considerando el impacto del comercio exterior entre Bogotá y el puerto de Buenaventura, se debe resaltar la entrada en operación del Túnel de la línea, incluido el sistema de doble calzada y los túneles complementarios (en total 25 túneles y 31 puentes), que no se limitan solo al túnel principal y es por ello su alto impacto en este corredor que conecta con el pacífico, el cual se estima entrará en operación en el segundo semestre del 2020. Esto permitirá una importante reducción de tiempos (del orden de 90 minutos para el transporte de carga) y costos de cara al reto de optimizar las operaciones para el transporte de carga desde y hacia el puerto. (Ministerio de transporte, 2016).

Sin embargo, el desafío de los puertos más grandes no es la accesibilidad marítima ni la capacidad portuaria, el desafío de los puertos colombianos es la conexión (férrea / modo carretero) hacia el interior, es decir, corresponde tener un plan de conexión interior. De ahí, la importancia de establecer la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, dado que los puertos son parte de varias cadenas de suministro, así pues, el acceso tanto marítimo como hacia el interior también debería funcionar de manera sostenible. Un puerto que solo depende del transporte por carretera hacia el interior, como es el caso de los puertos en Colombia, no es sostenible. Además, un puerto que no tiene una alternativa u opción multimodal, que aproveche vías fluviales o ferroviarias no es sostenible.

Estos resultados, producto de una revisión documental, permitieron relacionar de forma alta, lo que argumenta (Duran, 2015), después que Panamá ampliara su canal, Colombia ha invertido fuertemente en el Puerto de Cartagena con la intención de convertirlo en el núcleo de tráfico marítimo, invirtiendo USD\$400 millones de dólares para poder duplicar su capacidad y poder manejar 2.5 millones de TEU, pero ese no es el único proyecto que tienen los colombianos, ya que también cuentan con el Río Magdalena que atraviesa al país de norte a sur y podría ser un elemento de transportación multimodal al hinterland (Zona de influencia interna de un puerto o zona de impacto económico en tierra).

De manera que, al contrastar la realidad manifiesta con la teoría consultada, existe total congruencia, lo que indica que se visualiza un crecimiento extraordinario en el comercio y particularmente en el comercio internacional. Este crecimiento, y su naturaleza global ha generado una necesidad creciente de transporte. El tráfico marítimo internacional ha visto un crecimiento significativo desde los años 80 hasta la fecha, con una mayor

comunicación y transporte a través del mundo, es decir, una parte de la producción industrial ha llegado a ser internacional. Por ello, se buscan localizar la producción en las áreas donde pueden producir mercancías a menores costos. Sin embargo, en el puerto de Buenaventura, es evidente problemas de calado que limitan el acceso de buques de nueva generación utilizados a nivel mundial.

Corresponde presentar los resultados para el objetivo 3, el cual estuvo dirigido a **“Indicar puntos relevantes económico-financiero para el desarrollo de un paso interoceánico de uso nacional e internacional”**. Para lo cual, es necesario desarrollar el análisis de este objetivo. Se llevará a cabo a través de una revisión documental de la comparación de costos para la rehabilitación y construcción de vías férreas con modos de transporte vigentes (carretero).

Colombia catalogado como país subdesarrollado, debido al atraso en aspectos socioeconómicos y culturales, debe esforzarse en alcanzar el desarrollo económico y consolidar los proyectos ingenieriles basados en las posibilidades de mercado en la captación de tráfico ferroviario e infraestructura ferroviaria con potencial para movilizar volúmenes de relevancia. Cabe destacar que, la característica relevante de la geografía de Colombia es el sistema montañoso central, compuesto por las tres cordilleras andinas, separadas por los valles del Magdalena y del Cauca, junto con las cordilleras, las llanuras interiores y costeras y los valles interandinos albergan la mayor parte de la población y de las actividades productivas del país.



Figura 9 Cartografía básica relieve de Colombia.

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2018)

En este contexto, y ante la geografía descrita, el modo de transporte predominante para movilizar las cargas del país es el automotor por carretera. La red de carretera colombiana tiene unos 215.000 kilómetros de los que alrededor de 23.000 se encuentran pavimentados y poco más de 1.000 kilómetros poseen doble calzada. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

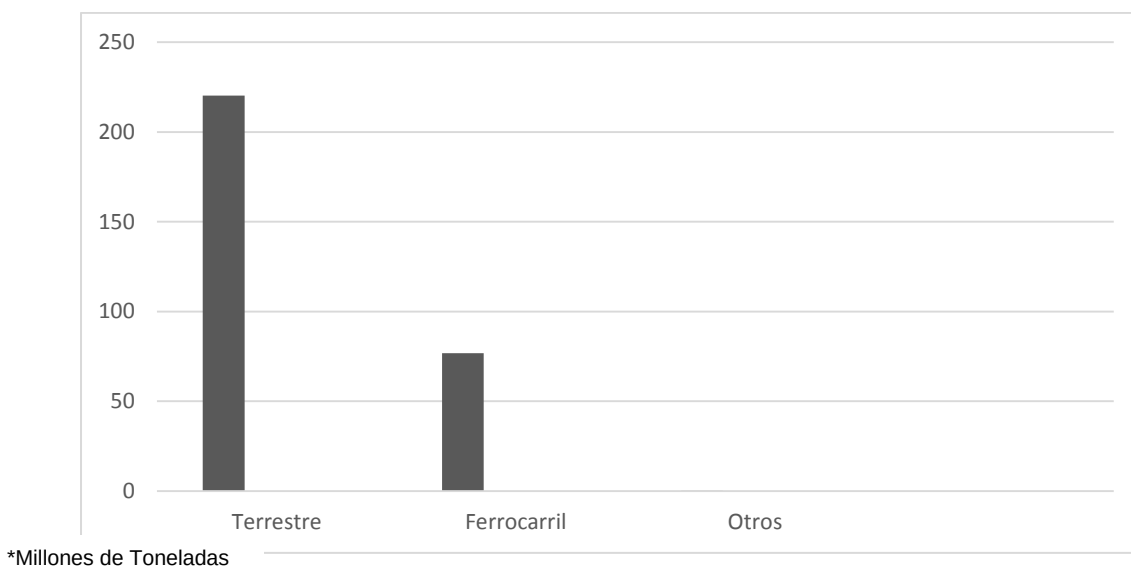
En este sentido, el surgimiento del transporte automotor a comienzos del siglo XX significó el comienzo del desarrollo de un competidor enorme para el transporte ferroviario. En el caso del transporte de cargas específicamente, los camiones son flexibles, efectúan transporte de mercancías de puerta a puerta y, resultan eficientes en la movilización de especialmente, flujos correspondientes a volúmenes pequeños y medianos. Existen actualmente, un centenar de países con alguna forma de transporte

ferroviario; el transporte automotor, en cambio, accede a prácticamente a cualquier lugar de los casi 200 países que integran el planeta.

Por su parte, hacia mediados del siglo XX, la red ferroviaria llegó a alcanzar una extensión superior a los 3.300 kilómetros. Debido principalmente al desarrollo de las carreteras y a una débil gestión empresarial, los trazados ferroviarios fueron abandonados en forma progresiva, manteniéndose en servicio actualmente en forma activa o potencial sólo alrededor de la mitad de la red original. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

En 2015 el transporte por carretera movilizó 220,3 millones de toneladas (el 73% de los desplazamientos totales de carga), mientras que el ferrocarril transportó poco más de 76,8 millones de toneladas (25% de los desplazamientos totales), de los que los productos “no-carbón” sólo representaron 97 mil toneladas. Los restantes modos de transporte son mucho menos relevantes. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Figura 10 Comparación de movilización de cargas por vías férreas con modos de transporte vigentes (carretero) y otros modos de transporte.



Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados de Desafíos del transporte ferroviario de carga en Colombia. (BID) (2016) Colombia.

Todo ello ha originado que, las dificultades que enfrenta el ferrocarril para el crecimiento de su nivel de actividad implican también, la competencia en este caso del modo carretero; Colombia cuenta con unos 250.000 camiones de los cuales dos terceras partes se dedican al servicio público, es decir a prestar servicios de transporte a terceros cargadores, mientras que la mayor parte de las unidades restantes transportan carga propia. Sin embargo, una porción significativa de quienes presentan servicios a terceros se desempeña en la informalidad económica. (Ministerio de transporte, 2016).

Adicionalmente, los camiones pesados, ya sean formales o informales, no cubrirían plenamente los costos de infraestructura que les son atribuibles, aspectos que conducen a la falta de equidad en la competencia ferrocarril–camión por las cargas. En este sentido, se reconoce el cambio de rol que ha tenido lugar en los ferrocarriles en los últimos 70 años, que los han transformado en un transportista especializado en grandes volúmenes de productos susceptibles de contar con un manejo especializado en terminales. (Kohon, 2011)

En la práctica suelen compararse en forma directa las tarifas del transporte ferroviario y del carretero, concluyendo que el primero es más conveniente por sus tarifas usualmente inferiores a las del camino. Sin embargo, una adecuada comparación de costos debe hacerse caso a caso y debe incluir los costos de todas las etapas de la cadena logística con el fin de calcular el costo generalizado del transporte.

En este orden de ideas, en Colombia, (al igual que en la mayor parte de los países de Latinoamérica), el mercado interno (doméstico) no presenta una cantidad relevante de flujos susceptibles de ser transportados por ferrocarril. Los flujos de interés ferroviario están relacionados principalmente con el comercio exterior, ya sea de exportación (carbón, petróleo) o de importación (granos, contenedores). (Kohon, 2011).

El ferrocarril tiene también otras limitaciones que se traducen en que los productos de alto valor, conviene se movilen preferentemente por vía o modo carretero. Inversamente, productos de bajo valor, de fácil manipulación y de gran volumen, son las denominadas “cargas con vocación ferroviaria”, de las cuales el carbón y los minerales de hierro son los ejemplos más relevantes. Asimismo, el transporte de productos peligrosos es especialmente adecuado para el ferrocarril, por sus características de seguridad y aislamiento del entorno. De ahí que, que se requiere profundizar en la comparación de costos y/o beneficios (Cualitativos), en cuanto a la rehabilitación y construcción de vías férreas con modos de transporte vigentes (carretero).

Tabla 8 Rehabilitación y construcción de vías férreas

Costos e inversión para la rehabilitación y construcción de vías férreas					
Vías férreas	Kms.	Inversiones (costos) en rehabilitación de las vías existentes	Análisis de inversión cualitativa	Actividades	Estatus actual
Red férrea del Pacífico	498	Muy alta inversión	En la evaluación preliminar efectuada los beneficios operacionales no alcanzaron a justificar las inversiones en infraestructura, por lo que un proyecto de esta naturaleza probablemente deberá ser subsidiado por el Estado para posibilitar su ejecución.	Reconstrucción total de la superestructura ferroviaria. La rehabilitación de la superestructura consideraba el reemplazo de la totalidad de los durmientes (traviesas) de madera por durmientes de concreto con sujeciones elásticas y soldadura continua de los rieles, reemplazando los de secciones menores por rieles de 90 libras/yarda de sección.	En la actualidad, los tramos entre Bogotá y Belencito (257 km) en la red del Atlántico se encuentran prácticamente inactivos.
Red férrea del Atlántico	1.494	Muy alta inversión	En la evaluación preliminar efectuada los beneficios operacionales no alcanzaron a justificar las inversiones en infraestructura, por lo que un proyecto de esta naturaleza	Reconstrucción total de la superestructura ferroviaria. La rehabilitación de la superestructura consideraba el reemplazo de la totalidad de los durmientes (traviesas) de madera por durmientes de	En la actualidad los niveles de tráfico de la red del Pacífico son muy reducidos e irrelevantes respecto a un proyecto de cambio de trocha.

Costos e inversión para la rehabilitación y construcción de vías férreas					
Vías férreas	Kms.	Inversiones (costos) en rehabilitación de las vías existentes	Análisis de inversión cualitativa	Actividades	Estatus actual
			probablemente deberá ser subsidiado por el Estado para posibilitar su ejecución.	concreto con sujeciones elásticas y soldadura continua de los rieles, reemplazando los de secciones menores por rieles de 90 libras/yarda de sección. Además, un cambio de trocha en este tramo implica, adicionalmente a la modificación de la infraestructura, elevados costos de transformación o reemplazo del material rodante.	

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados del análisis Preliminar en infraestructura, documento de la asesoría técnica del BID a la ANI, 2012.

De la tabla anterior surge que las vías férreas tanto del pacífico como del atlántico tiene una gran importancia económica no sólo para los concesionarios sino también para la economía colombiana y su alteración podría implicar costos privados y sociales de cierta magnitud. Adicionalmente, Colombia necesita contar con un conocimiento más profundo, realista, en el marco de la competencia ferrocarril–camión, de cuál es el mercado potencial ferroviario de cargas.

Los análisis no implican desarrollar complejos modelos de transporte sino entender, en profundidad, los criterios en base a los cuales los eventuales futuros cargadores de tráficos masivos y de contenedores de exportación–importación (un potencial tráfico ferroviario) eligen un modo u otro de transporte y si, alguno de esos tráficos habrán de justificar la rehabilitación o ampliación de líneas y también, de ser necesario, el surgimiento de nuevas terminales intermodales que faciliten la integración ferrocarril–camión.

El estado colombiano permanentemente invierte recursos en proyectos ingenieriles en la red carretera, lo cual tiene incidencia en la elección de un modo u otro de transporte, este hecho se vincula a que el transporte por carretera movilizó el 73% de los desplazamientos totales de carga. Es decir, las inversiones por parte del Estado están desempeñando un gran papel en el suministro de oportunidades para la red carretera colombiana.

Tabla 9 Modos de transporte vigentes (carretero) – red carretera colombiana

La red carretera colombiana vigente			
Kilómetros que posee la red carretera colombiana	Kilómetros Pavimentados	Kilómetros con Doble calzada	Cantidad de carga que movilizó el transporte por carretera
215.000 kilómetros	23.000 kilómetros	1.000 kilómetros	El transporte por carretera movilizó 220,3 millones de toneladas (el 73% de los desplazamientos totales de carga).

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados de Desafíos del transporte ferroviario de carga en Colombia. (BID) (2016) Colombia.

De allí, que la red vial en Colombia se compone por la Red Primaria (Grandes Autopistas, a cargo de la nación), Red Secundaria (a cargo de departamentos) y Red terciaria (compuesta por carreteras o caminos Inter veredales, a cargo de los municipios). Desde esta perspectiva, se visualiza el rápido crecimiento de las carreteras o modos carreteros. Sin embargo, a pesar de su rol imprescindible en la movilización de los flujos terrestres de Colombia, el transporte automotor por carretera enfrenta una serie importante de desafíos.

Así, los servicios actualmente prestados presentan un bajo nivel de estandarización debido a condiciones inherentes a un parque automotor con indicios de obsolescencia –y las subsecuentes externalidades negativas: congestión, contaminación y

accidentalidad–, sumadas a la alta informalidad verificable en algunos segmentos de carga específicos. La anterior situación ha provocado como reacción por parte de las autoridades el impulso y promulgación de numerosas iniciativas de orden normativo y regulatorio que, a su vez, han traído como consecuencia un equilibrio vulnerable y sub–óptimo por cuenta de la inestabilidad jurídica en el marco de reglas que rigen el mercado y los desincentivos a la competencia,

Por otra parte, la información disponible acerca de la edad del parque es imprecisa pero contundente, en 2018, el Ministerio de Transporte declaraba que el 41% del parque de camiones afectado al transporte público de cargas poseía más de 20 años de edad (Rojas & Jaimes, 2018).

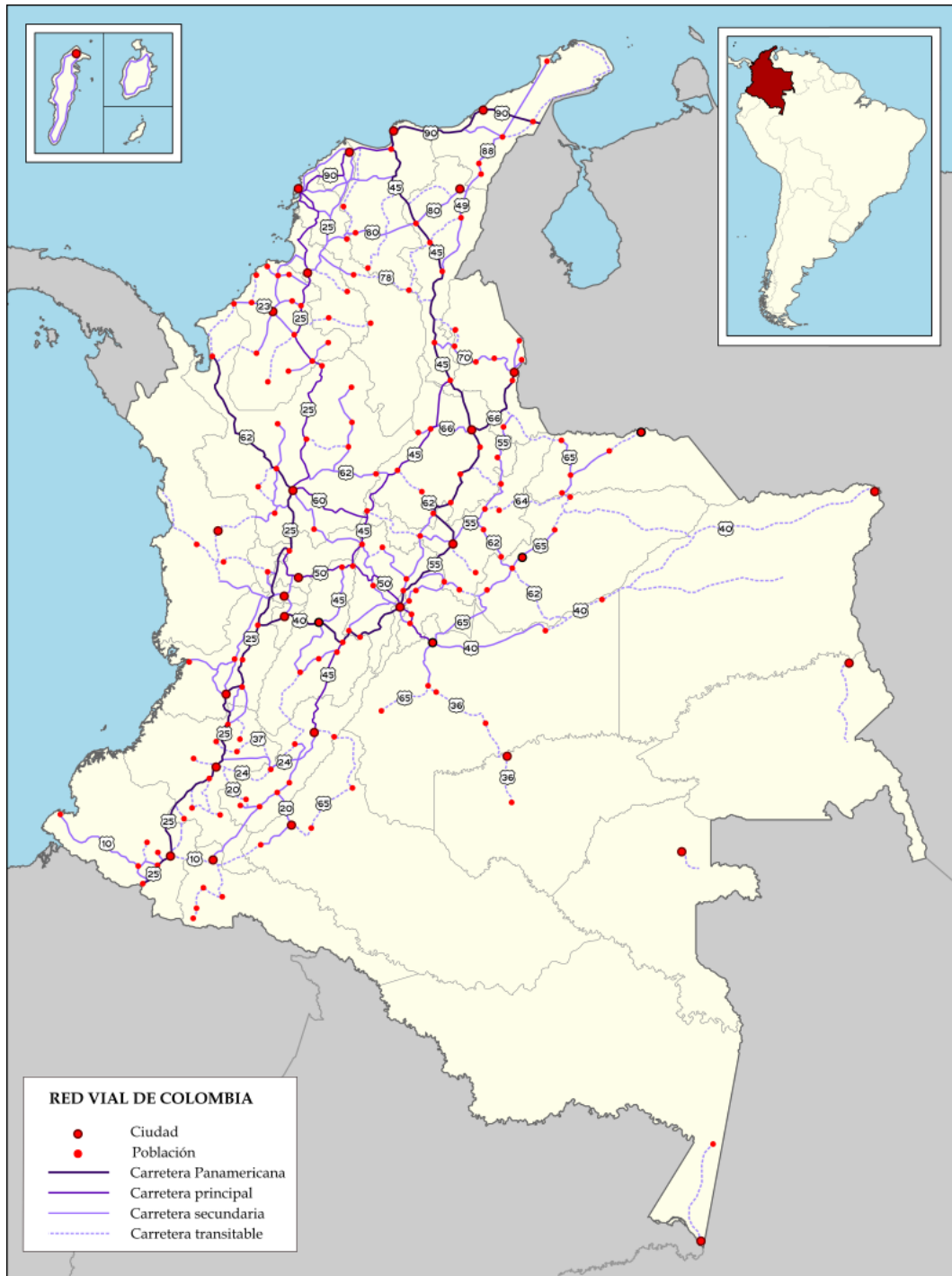


Figura 11 Red Carretera de Colombia
Fuente: Instituto Nacional de Vías (INVIAS)

Estos resultados, producto de una revisión documental, permitieron relacionar de forma alta, el rápido y acelerado crecimiento del modo carretero está en contraposición del

dilatado crecimiento de la red ferroviaria, pocas de ellas están en recuperación y otras que, pese a los tropiezos, siguen conectando a la nación por carrilera o carril.

De manera que, al contrastar la realidad manifiesta con la teoría consultada, existe total congruencia, lo que indica que se visualiza un crecimiento significativo en los modos de transporte vigentes (carretero) y en la cantidad de carga que moviliza el transporte por carretera. Sin embargo, a pesar de su rol imprescindible en la movilización de los flujos terrestres de Colombia, el transporte automotor por carretera enfrenta una serie importante de desafíos.

Finalmente, resulta difícil determinar la conveniencia de precios, para los cargadores, de transportar un producto por ferrocarril o por carretera. En primer lugar, las tarifas que aplica la carretera son de difícil conocimiento ya que surgen de una negociación directa entre el cargador y su transportista. Las tarifas ferroviarias también surgen, usualmente de una negociación entre las partes, pero la mayoría de las empresas ferroviarias publican Memorias y Balances que orientan respecto de las tarifas que aplican. Por otra, a la tarifa propia del ferrocarril cabe, en muchos casos, agregar las tarifas correspondientes a los posibles movimientos terminales por camión y, cuando tiene lugar una operación intermodal, los desembolsos correspondientes a las operaciones de transbordo y, eventualmente, de almacenamiento.

A partir de ese entendimiento, se diagnostica la oportunidad y conveniencia de distintas alternativas posibles; se visualizan las limitaciones que hoy presenta la infraestructura ferroviaria construida bajo estándares vigentes en la primera mitad del siglo pasado; se indican a través de una revisión documental la comparación de costos para la rehabilitación y construcción de vías férreas con modos de transporte vigentes (carretero), se debate la temática de la equidad en la competencia ferrocarril– camión y,

a partir de ella, el protagonismo que el estado debería tener en el desarrollo de la infraestructura ferroviaria; también se indica la necesidad de acciones más inmediatas que podrían contribuir a la nada fácil tarea de lograr que el ferrocarril sea, en Colombia, algo más que un sistema de transporte monoproducto, a través de la formulación de lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea entre los Océano Pacífico y Atlántico en Colombia.

De manera que, una vez contrastados los resultados obtenidos con la revisión bibliográfica de los autores que sustentaron la investigación, se establecen a continuación acciones para establecer lineamientos, dando así cumplimiento al cuarto objetivo específico de la investigación, el cual estuvo dirigido a **“Formular lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea entre los Océano Pacífico y Atlántico en Colombia”**. Se llevará a cabo a través de una revisión documental del manual, en este caso, de los aspectos técnicos de las alternativas de conexión férrea, estos los sustentarán a través de acciones, las cuales se sistematizarán coherentemente.

La normativa técnica vigente en Colombia, describe los aspectos de diseño, construcción, operación, control y operación, seguridad referente al material rodante descritos en el Manual férreo de especificaciones técnicas o manual de normativa férrea a continuación, se formulan lineamientos técnicos, en base a la normativa antes referida.

Tabla 10 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos

Lineamiento: Especificaciones de diseño	
Variable (s)	Acciones
Trocha	Artículo 19. La trocha deberá ser capaz de mantener operaciones de vehículo seguras y estables, dada la estructura del material rodante, la velocidad máxima diseñada y otros factores relevantes.
	Artículo 20. La trocha de vía será del siguiente modo para asegurar la operación segura del material rodante, y tendrá en cuenta la estructura del material rodante, como la anchura, y registros de rendimiento pasado. 1. La trocha para líneas férreas ordinarias existentes es de 1 yarda, (914.4 mm) y de 1435.0 mm, según la línea considerada. 2. La trocha para líneas férreas de nueva construcción que forman parte de la Red Férrea Nacional será construida preferentemente en trocha estándar de 1.435 mm y, excepcionalmente y por causa justificada en trocha 914.4 mm, según la decisión técnica que se determine. Realizados a tal efecto. 3. Será posible la construcción de vías de trocha dual 914/1435 mm, aptas para ambos tipos de circulaciones, mediante la implantación de un tercer riel, según la decisión técnica que se determine y sus parámetros característicos se determinarán y se justificarán en los proyectos particularizados realizados a tal efecto. 4. Se podrán emplear otros tipos de trocha, según la decisión técnica que se determine y sus parámetros característicos se determinarán y se justificarán en los proyectos particularizados realizados a tal efecto.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados de Manual de Normatividad férrea publicado por el (Ministerio de transporte, 2013).

Tabla 11 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos

Lineamiento: Dimensionamiento de la superestructura de vía. La superestructura de la vía férrea convencional está compuesta por el balasto, el emparrillado de vía (conjunto de durmientes, fijaciones y riel) y el resto de los elementos que se dispongan en su caso, como el sistema de electrificación o las conducciones para ciertas instalaciones de seguridad y comunicaciones.	
Variable (s)	Acciones
Rieles	Los rieles para disponer serán aquellos regulados según la norma AREMA, volumen 1, capítulo 4 y su densidad lineal o peso orientativo se determinará en función de lo indicado en A o B, según el caso, nunca reduciéndose de 45 kg/m; también se podrán utilizar aquellos normalizados por las normas UIC, en función del caso. A continuación, se muestran los rieles normalizados AREMA que se recomienda utilizar para nuevas líneas de la Red Férrea Nacional: 115 RE, 119 RE, 132 RE, 133 RE, 136 RE, 140 RE y 141 RE Además, en casos justificados o en ferrocarriles urbanos se podrán emplear otro tipo de rieles según la norma UIC, y rieles con perfil de viga, según los siguientes perfiles normalizados: Rieles con perfil de riel Vignole: 46 E2, 49 E1, 50 E6, 54 E1, 54 E2, 54 E3 y 60 E1 Rieles con perfil de riel de viga: 51 Ri1, 57 Ri1, 59 Ri2 y 60 Ri1 Los perfiles de riel de viga son de especial aplicación a vías en placa de concreto con riel embebido en zonas urbanas, recintos portuarios, patios de cocheras, pasos a nivel, para facilitar el tránsito rodado y peatonal. Los durmientes para utilizar podrán ser de madera, de concreto pretensado, mono bloque o bibloque, o de acero, estos últimos siempre que se garantice el aislamiento eléctrico en vías que así lo requieran.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados de Manual de Normatividad férrea publicado por el (Ministerio de transporte, 2013).

Tabla 12 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos

Lineamiento: Especificaciones de seguridad	
Variable (s)	Acciones
Reglamentación del tipo, volumen y peso de la carga.	Artículo 102.
	1. Los vehículos no deberán ser sobrecargados más allá de su límite de carga especificada.
	2. En la carga de mercancías en el vehículo, se harán esfuerzos para equilibrar la carga del peso y para evitar que la mercancía se caiga, salga rodando, etc., debido a la oscilación durante su funcionamiento.
	3. Los bienes no serán cargados en el vehículo más allá de la superficie disponible para ello en el material rodante. Sin embargo, en el caso de transporte de carga de gran volumen, esta regla no se aplica si se confirma que la carga no es perjudicial para el funcionamiento del vehículo.
	Artículo 103
	1. Los bienes que superen la carga máxima indicada en los vehículos no deberán ser cargados.
	2. A la hora de transportar cargas extragrandes, se comprobarán con antelación los posibles obstáculos a lo largo de la ruta y se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad.
	3. Siempre que sea posible, las cargas peligrosas deberán ser transportadas en vehículos con una estructura sellada (incluidos los vehículos con contenedores cisterna, etc.; las medidas a tomar serán las mismas).
	4. Se comprobará que no hay riesgo de fugas cuando se carguen materiales peligrosos en los vehículos con una estructura sellada, o cuando los contenedores llenos de materiales peligrosos se carguen en vehículos.
	Artículo 104 Un coche cargado con mercancía peligrosa deberá tener señalizada e indicada su carga mediante etiquetas en lugares bien visibles a ambos lados del vehículo.
Especificaciones mínimas para pasos a nivel	Artículo 105 Indicación de mercancía peligrosa
	El etiquetado con respecto a los vehículos cargados con materiales peligrosos debe incluir descripciones relativas, no sólo al nombre de las sustancias peligrosas relevantes, sino también a sus propiedades con el fin de ayudar a determinar las medidas a tomar en caso de emergencia.
	Artículo 82. Definición de paso a nivel
	Consiste en un cruce a la misma altura entre una línea de carácter ferroviario y una vía destinada al tráfico rodado y/o peatonal. No se consideran pasos a nivel los cruces adscritos al servicio ferroviario (por ejemplo, los pasos entre andenes). No se consideran pasos a nivel los cruces de líneas de carácter tranviario. En algunos casos, no se consideran pasos a nivel los cruces en instalaciones portuarias o industriales.
	Artículo 83. Requisitos mínimos para paso a nivel
	- En infraestructuras de nueva construcción se evitará en lo posible la ejecución de nuevos pasos a nivel, por el riesgo de accidente que se produce en ellos. - En la medida de lo posible, y cuando la disponibilidad presupuestaria lo permita, se suprimirán o, en su caso, se sustituirán por pasos a distinto nivel, todos aquellos pasos a nivel cuyo momento de circulación sea mayor de 2.000 (Se define Momento de circulación como el producto de AxT, siendo A, el número medio de automóviles que cruzan al día y T, el número medio de trenes que cruzan al día)
	Artículo 84. Protección de pasos a nivel
	Se definen las clases de pasos a nivel según su protección: Clase I: Sin barreras, únicamente señales fijas.

Lineamiento: Especificaciones de seguridad	
	- Clase II: Semibarreras y similares, automáticas o enclavadas y señales fijas. - Clase III: Semibarreras y similares, con guardería a pie de paso, y señales fijas. - Clase IV: Con pasos peatonales, con señales luminosas y acústicas.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados del Manual de Normatividad férrea publicado por el (Ministerio de transporte, 2013).

Tabla 13 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos

Lineamiento: Especificaciones de operación y control ferroviario	
Variable (s)	Acciones
Velocidades de operación según el tipo de servicio	Artículo 146. Las velocidades de operación deberán adecuarse a los siguientes aspectos de cada línea de la Red Férrea Nacional, que son esenciales a conocer por el Administrador o Gestor de las Infraestructuras Ferroviarias y por el operador ferroviario correspondiente.
	1. Tipo de tráfico que discurra por la línea en cuestión: pasajeros, mercancías o tráfico mixto.
	2. Condiciones del estado de la infraestructura y superestructura ferroviarias de la línea.
	3. Nivel de servicio para el que la línea está diseñada, altas prestaciones o bajas prestaciones, que depende en gran medida del estado de la línea.
	4. Estado y diseño del material rodante que preste el servicio.
	5. Orografía por la que discurra la línea férrea en cuestión.
	Artículo 147. Cada línea de la red ferroviaria nacional debe tener asignada una velocidad mínima de circulación o velocidad de proyecto que se fijará en función de los aspectos anteriores.
	Artículo 148. Como niveles generales para líneas de nueva construcción, en función del tipo de servicio que se quiera prestar sobre ellas, se establecen los siguientes valores de velocidad de proyecto.
	1. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de tráfico de mercancías, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta u otros, será de 50 km/h.
	2. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de tráfico de pasajeros, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta u otros, será de 80 km/h.
	3. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de tráfico mixto, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta, será de 60 km/h.
	4. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de altas prestaciones de pasajeros, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta, será de 120 km/h.

Lineamiento: Especificaciones de operación y control ferroviario	
Variable (s)	Acciones
	Artículo 149. Línea de altas prestaciones. Se define como aquella línea férrea destinada al tráfico de pasajeros que ofrezca un nivel de servicio superior al resto de las existentes en niveles de velocidad, confort para el pasajero, servicios a bordo del tren, etc. además de disponer de sistemas de seguridad y comunicaciones adecuados al desarrollo tecnológico del momento.
Capacidad teórica y real de un corredor ferroviario	Artículo 150. Capacidad teórica. Se entiende como capacidad teórica de transporte de una la línea férrea a la máxima cantidad de producto teórico que se puede transportar por la línea en la unidad de tiempo.
	Si la línea es de mercancías, se pueden establecer ratios anuales, mensuales, semanales o diarios de capacidades de diferentes productos transportados. Si la línea es de viajeros, se puede establecer la máxima capacidad de transporte de viajeros para unas condiciones de circulación y material rodante dados. La capacidad de la línea depende de los siguientes aspectos:
	· Velocidad de operación de la línea.
	· Capacidad de los vagones o vehículos disponibles para transportar un determinado producto o viajeros.
	· Número y características de locomotoras disponibles para el transporte
	· Características de la explotación de la línea, tráfico mixtos, mallas de circulación.
	· La capacidad de transporte teórica de una línea se puede mejorar, de modo que se pueda ajustar a una determinada demanda o bien a demandas potenciales futuras.
	Artículo 151. Capacidad real. La capacidad de circulación de la línea se refiere al número de trenes que pueden circular en un intervalo de tiempo, en ambos sentidos de la línea, bajo determinadas condiciones de explotación. Evidentemente el concepto de capacidad de transporte va muy ligado al
	concepto de capacidad de circulación. El administrador de la infraestructura férrea debe imponer una limitación legal de cargas por eje en cada una de las líneas que gestiona, por motivos de seguridad y mantenimiento de vía que se deberá cumplir en todos los casos. Esta limitación legal de cargas dependerá de los diseños particulares de cada línea o tramos de esta.
	La forma más eficaz de mejorar la capacidad de transporte de la línea es la operación de esta, incluso a velocidades bajas. Para un transporte de mercancías no es tan importante la velocidad de la operación sino la eficacia de esta. Se debe tener en cuenta que la reducción de los tiempos de frecuencias de circulación viene asociado a otro tipo de medidas adicionales de seguridad ferroviaria para evitar colisiones, como la introducción de sistemas de detección de trenes y señalización, lo cual supone un desarrollo tecnológico de elevado costo, pero hace aumentar muy considerablemente la seguridad puesto que se puede reducir en gran medida la distancia entre trenes y, por tanto, aumentar su frecuencia.
	Artículo 152. Tiempo de recorrido.
	Se entiende por tiempo de recorrido a todo el tiempo que transcurre entre que un tren inicia su trayecto y llega a su destino final. Este tiempo incluye todas las paradas necesarias para realizar el trayecto. Si la distancia recorrida se divide entre el tiempo de recorrido se obtiene la velocidad comercial para ese tren.

Lineamiento: Especificaciones de operación y control ferroviario	
Variable (s)	Acciones
	Para los tráficos de mercancías no es importante el tiempo de recorrido empleado en el transporte de mercancías, sino que el flujo de mercancías origen-destino sea regular en el tiempo. Esto se logra con una buena operación, con una baja tasa de accidentalidad, y también con un mantenimiento y mejora continua y eficiente de la infraestructura de drenaje, taludes y túneles, de modo que se minimicen los daños causados por olas invernales.
	Para los tráficos de viajeros, la velocidad comercial es muy importante, ya que es uno de los criterios que tiene en cuenta un viajero para tomar la decisión de utilizar el modo férreo en lugar del modo carretero. Como órdenes de magnitud, las velocidades comerciales de los tráficos de viajeros ferroviarios dependen mucho del entorno en el que se desarrollan y de las paradas que realizan. Un tranvía puede rondar los 20 km/h
	(paradas cada 400 m), un metro los 35 km/h (paradas cada 600 m), un tren de cercanías los 80 km/h (paradas del orden de varios kilómetros). Las velocidades máximas de los vehículos suelen ser de 80 km/h para tranvías, 100 km/h para metros y 140 km/h para cercanías.
	Artículo 153. Posibles actuaciones para el incremento de la capacidad real del corredor. Es posible desarrollar actuaciones puntuales a lo largo de una línea férrea con el fin de incrementar la capacidad de los tramos en cuestión.
	1. Duplicación de tramos de vía. Es una medida que actúa directamente sobre la capacidad de la línea ferroviaria, aumentándola. En este caso, se duplica la capacidad de los tramos que se incluyan dentro de la actuación. Esta medida es recomendable en aquellas líneas o tramos en los que, teniendo en cuenta el tráfico actual, prácticamente, se llega a la capacidad máxima de la misma y, por ello, se necesita una actuación para incrementarla.
	2. Mejoras concretas del trazado ferroviario. Si se mejora en ciertos tramos el trazado de la vía disponible, se consigue incrementar la velocidad de los vehículos, lo que supone una mejora en la capacidad, que depende directamente de la velocidad comercial. Además, estas medidas generan un incremento directo de la seguridad de circulación de los trenes.
	3. Aumento del número de estaciones de cruce. Con ella se incrementa considerablemente la capacidad de una línea constituida en vía única.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados del Manual de Normatividad férrea publicado por el (Ministerio de transporte, 2013).

Tabla 14 Lineamiento: Especificaciones de mantenimiento

Lineamiento: Especificaciones de mantenimiento	
Variable (s)	Acciones
Parámetros y tolerancia de fatiga y desgastes de los componentes del material rodante	Componentes del material rodante susceptibles de operaciones de mantenimiento.
	Artículo 25. Los componentes mecánicos del material rodante que deben pasar por un proceso de control, auscultación y mantenimiento, serán los siguientes:
	1. Bogie motor
	2. Bogie remolque
	3. Enganches
	4. Puertas (coches de pasajeros)
	5. Climatización (coches de pasajeros)
	6. Pasillo de Inter circulación (coches de pasajeros)
	7. Caja de pasajeros.
	Artículo 26. Los componentes eléctricos del material rodante que deben pasar por un proceso de control, auscultación y mantenimiento, serán los siguientes:
	1. Pararrayos
	2. Pupitre de mando
	3. Cofre de tracción (sistemas electrificados)
	4. Motor de tracción (sistemas electrificados)
	5. Resistencia de freno
	6. Llave B.V.R.
	7. Reactancia de filtro
	8. Batería
	9. Convertidor auxiliar
	10. Inversor
	11. Equipos embarcados SAE
	12. Megafonía
	13. Interponía y pulsadores de alarma
	14. Tren stop
	15. Radioteléfono
	16. Video vigilancia
	17. Caja negra
	18. Sistema de detección de incendios
	19. Alumbrado
	20. Armario de baja tensión
	21. Sistema de gestión integrada del tren.
	Artículo 27. Los componentes neumáticos del material rodante que deben pasar por un proceso de control, auscultación y mantenimiento, serán los siguientes:
	1. Equipo de producción de aire comprimido
	2. Equipo de freno de aire comprimido
	3. Equipo de antideslizamiento y patinaje
	4. Alimentación de equipos auxiliares
	5. Equipo de suspensión neumática
	6. Equipo de desenganche automático
	7. Equipo de señales acústicas
	8. Equipo de zapatas limpiadoras
	9. Toma de corriente pantógrafo

Lineamiento: Especificaciones de mantenimiento	
Variable (s)	Acciones
	Plan de mantenimiento para componentes de mantenimiento para componentes de material rodante
	Artículo 28. Todo agente, público o privado, que desee constituirse como explotador de infraestructuras ferroviarias de la Red Férrea Nacional de Colombia deberá presentar un documento que contenga los ciclos típicos de mantenimiento de todos los componentes correspondientes del material móvil que prestará los servicios, ya sean de carga o de pasajeros, y que se denomina Plan de Mantenimiento.
	Artículo 29. El Plan de Mantenimiento deberá basarse en el principio de la Prevención sistemática y condicional, que permita obtener unos elevados índices de fiabilidad aprovechando al máximo el potencial de vida de los equipos.
	Artículo 30. Los ciclos de operaciones se efectuarán en los tiempos o kilometrajes indicados en el Plan de Mantenimiento. No obstante, pueden ser modificados de acuerdo con la experiencia y condiciones de trabajo de las unidades, que permitirán definir los ciclos de mantenimiento óptimos reales para todos los equipos.
	Artículo 31. Todas las operaciones contempladas en este Plan de Mantenimiento deben ser efectuadas por personal técnico cualificado en un depósito equipado con instalaciones y medios especializados y apropiados para los trabajos que se deben realizar.
	Artículo 32. Las periodicidades expresadas en el Plan de Mantenimiento deberán resultar de la experiencia de explotación para equipos similares.
	Artículo 33. Tolerancias de desgaste y fatiga para componentes de material rodante (ciclos de vida). A nivel de recomendación, se expone a continuación la tabla 5. Describe los ciclos típicos de mantenimiento para un material rodante tipo.
Procedimientos de corrección de defectos de los componentes de material rodante	Mantenimiento de material rodante.
	1. A efectos de mantenimiento, un vehículo ferroviario es un conjunto de equipos que requieren un conjunto de operaciones necesarias para asegurar su funcionamiento con la fiabilidad y seguridad necesaria.
	2. Cualquier material móvil se divide en dos partes principales:
	• Caja + equipos montados en la caja
	• Bogíes + equipos montados en Bogie
	Artículo 65 Ciclos de mantenimiento
	Normalmente las averías del material móvil ferroviario se imputan a:
	• Fallos del tren o material móvil
	• Fallos de explotación
	Artículo 66. Fallos de material móvil.
	Las causas principales a los que suelen deberse estos fallos se enumeran a continuación:
	1. Defectos de diseño
	2. Defectos de los materiales
	3. Manufactura o procesos de fabricación defectuosos
	4. Montaje o instalación defectuosa
	5. Imprevisiones en las condiciones de servicio o explotación
	6. Mantenimiento deficiente
	7. Malas prácticas de operación o uso
	Artículo 67. Fallos de explotación.
	Las causas principales a los que suelen deberse estos fallos se enumeran a continuación:
	1. Defectos en infraestructura

Lineamiento: Especificaciones de mantenimiento	
Variable (s)	Acciones
	2. Descarrilamientos
	3. Enganches de catenaria, en caso de existir
	4. Señalización y comunicaciones
	5. Fallos humanos (conducción, circulación, etc.)
	6. Colisiones con objetos en gálibo
	7. Vandalismo.
	Procedimiento de corrección de defectos de componentes de material rodante.
	Artículo 68. Los procedimientos de corrección de defectos de material rodante deberán ser determinados e indicados, para cada unidad de material, por el fabricante o suministrador correspondiente, acorde con el Plan de Mantenimiento generado por el explotador de la línea férrea en cuestión.
	Artículo 69. Los procedimientos de corrección de defectos de material rodante más frecuentes a realizar serán la reparación de fisuras en ejes o ruedas, el torneado de ruedas y la aplicación de lubricantes sobre mecanismos para el control del desgaste y la temperatura de actuación.
	Artículo 70. Reparación de fisuras en ejes o en llantas de ruedas.
	La detección de este tipo de defectos se realizará a través del método de ultrasonidos.
	Artículo 71. Torneado de ruedas
	Se realizará un torneado de ruedas cuando sea correspondiente según el Plan de Mantenimiento o bien siempre que se detecte un plano de rueda en alguna unidad. La operación se realizará con la maquinaria adecuada, disponiéndose de un torno en el foso correspondiente.
	Artículo 72. Aplicación de lubricantes.
	Un lubricante es toda sustancia sólida, semisólida o líquida, de origen animal, vegetal, mineral o sintético que, dispuesto entre dos piezas con movimiento entre ellas, reduce el rozamiento (desgaste) y facilita el movimiento. Las funciones principales de un lubricante se enumeran a continuación:
	1. Controlar la Fricción. Separa las superficies en movimiento
	2. Controlar el Desgaste. Reduce el desgaste abrasivo
	3. Controlar la Corrosión. Protege las superficies de las sustancias corrosivas.
	4. Controlar la Temperatura. Absorbe y transfiere calor.
	5. Controlar la Contaminación. Transporta partículas y otros contaminantes a los filtros/separadores.
	6. Transmitir Potencia. En sistemas hidráulicos transmite fuerza y movimiento.
	Artículo 73. Tipos de lubricantes.
	Los tipos de lubricantes que se podrán utilizar a estos efectos son los siguientes:
	1. Minerales. Refinados de hidrocarburos
	2. Sintéticos. Elaborados con compuestos químicos
	3. Vegetales. Refinados de semillas (soja, girasol y maíz).
Esquema y estructura del control de material rodante en Pro de la seguridad.	Control del material rodante.
	Artículo 94. El mantenimiento de material rodante en pro de la seguridad es de tipo preventivo periódico basado en operaciones cíclicas contadas a partir de recorridos kilométricos y destinados, básicamente, a elementos de seguridad que se hacen con criterios temporales.
	Artículo 95. De forma complementaria al mantenimiento preventivo periódico, se realizan también actividades correctivas o de reparación de fallos que presenta el material rodante, cuyos índices de fiabilidad se han de buscar siempre para la mayor reducción posible de estos fallos.
	Artículo 96. Fiabilidad

Lineamiento: Especificaciones de mantenimiento	
Variable (s)	Acciones
	Probabilidad de que un equipo se mantenga en funcionamiento correcto durante un tiempo determinado y en unas condiciones determinadas de marcha o actuación.
	Artículo 97 Disponibilidad
	Tiempo durante el cual el material rodante está disponible para el servicio (porcentaje de tiempo útil).
	Artículo 98. El funcionamiento de un mismo tren en una explotación o zona geográfica diferente influye en los valores de fiabilidad y disponibilidad.
	Artículo 99. Índices de fiabilidad o de averías
	1. Los índices de fiabilidad son el MDBF y el MKBF evidencian el número de fallos por cada periodo de recorrido kilométrico.
	2. MDBF. Medida de tiempo de buen funcionamiento (Medium Time Between Faults).
	3. MKBF. Kilómetros recorridos con buen funcionamiento o media de Kms. recorridos entre dos fallos).
	4. MTTR. Tiempo de reparación (Medium Time To Repair).
	Proceso de control del material rodante.
	Artículo 100. En función de los índices de fiabilidad o de averías se deberá seguir un proceso de operaciones para poder realizar el mantenimiento en pro de la seguridad.
	Artículo 101 En función del número de kilómetros recorridos y del tiempo en uso resultarán necesarias unas operaciones concretas de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados de Manual de Normatividad férrea publicado por el (Ministerio de transporte, 2013).

Tabla 15 Lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos

Lineamiento: Especificaciones de seguridad	
Variable (s)	Acciones
Reglamentación del tipo, volumen y peso de la carga.	Artículo 102. 1. Los vehículos no deberán ser sobrecargados más allá de su límite de carga especificada. 2. En la carga de mercancías en el vehículo, se harán esfuerzos para equilibrar la carga del peso y para evitar que la mercancía se caiga, salga rodando, etc., debido a la oscilación durante su funcionamiento. 3. Los bienes no serán cargados en el vehículo más allá de la superficie disponible para ello en el material rodante. Sin embargo, en el caso de transporte de carga de gran volumen, esta regla no se aplica si se confirma que la carga no es perjudicial para el funcionamiento del vehículo. Artículo 103 1. Los bienes que superen la carga máxima indicada en los vehículos no deberán ser cargados. 2. A la hora de transportar cargas extragrandes, se comprobarán con antelación los posibles obstáculos a lo largo de la ruta y se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad. 3. Siempre que sea posible, las cargas peligrosas deberán ser transportadas en vehículos con una estructura sellada (incluidos los vehículos con contenedores cisterna, etc.; las medidas a tomar serán las mismas). 4. Se comprobará que no hay riesgo de fugas cuando se carguen materiales peligrosos en los vehículos con una estructura sellada, o cuando los contenedores llenos de materiales peligrosos se carguen en vehículos. Artículo 104 Un coche cargado con mercancía peligrosa deberá tener señalizada e indicada su carga mediante etiquetas en lugares bien visibles a ambos lados del vehículo. Artículo 105 Indicación de mercancía peligrosa El etiquetado con respecto a los vehículos cargados con materiales peligrosos debe incluir descripciones relativas, no sólo al nombre de las sustancias peligrosas relevantes, sino también a sus propiedades con el fin de ayudar a determinar las medidas a tomar en caso de emergencia.
Especificaciones mínimas para pasos a nivel	Artículo 82. Definición de paso a nivel Consiste en un cruce a la misma altura entre una línea de carácter ferroviario y una vía destinada al tráfico rodado y/o peatonal. No se consideran pasos a nivel los cruces adscritos al servicio ferroviario (por ejemplo, los pasos entre andenes). No se consideran pasos a nivel los cruces de líneas de carácter tranviario. En algunos casos, no se consideran pasos a nivel los cruces en instalaciones portuarias o industriales. Artículo 83. Requisitos mínimos para paso a nivel

Lineamiento: Especificaciones de seguridad	
Variable (s)	Acciones
	• En infraestructuras de nueva construcción se evitará en lo posible la ejecución de nuevos pasos a nivel, por el riesgo de accidente que se produce en ellos. • En la medida de lo posible, y cuando la disponibilidad presupuestaria lo permita, se suprimirán o, en su caso, se sustituirán por pasos a distinto nivel, todos aquellos pasos a nivel cuyo momento de circulación sea mayor de 2.000 (Se define Momento de circulación como el producto de $A \times T$, siendo A, el número medio de automóviles que cruzan al día y T, el número medio de trenes que cruzan al día) Artículo 84. Protección de pasos a nivel Se definen las clases de pasos a nivel según su protección: • Clase I: Sin barreras, únicamente señales fijas. • Clase II: Semibarreras y similares, automáticas o enclavadas y señales fijas. • Clase III: Semibarreras y similares, con guardería a pie de paso, y señales fijas. • Clase IV: Con pasos peatonales, con señales luminosas y acústicas.

Fuente: Elaboración propia (2021) con base a datos tomados de Manual de Normatividad férrea publicado por el (Ministerio de transporte, 2013).

Conclusiones

El resultado del análisis fue contundente, con relación al primer objetivo específico, orientado a diagnosticar la situación de las posibles alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, se establecieron dos alternativas, la primera las concesiones o redes del atlántico y pacífico; la segunda el corredor férreo entre la pequeña población de Cúpica (Chocó) y un puerto ya gestante el Urabá Antioqueño. Es concluyente que el sistema ferroviario colombiano e inclusive la concesión o red del atlántico y del pacífico actualmente se encuentra desactualizada en cuanto a su estructura tanto administrativa como técnica, especialmente porque los referentes legales correspondientes a los contratos de concesión no son suficientemente amplios en lo que respecta a la participación de las asociaciones público-privadas.

Con relación a la concesión del pacífico, como parte de la alternativa uno, probablemente una de las razones principales de la baja participación del ferrocarril del pacífico está relacionada con las limitaciones de la infraestructura ferroviaria, que encarecen y dificultan la operación y sólo permiten la circulación de trenes cortos de baja capacidad de transporte, haciéndolos poco competitivos frente a la carretera: el trazado entre Buenaventura y Cali, diseñado y construido en el siglo XIX, tiene una geometría difícil y costosa de operar, con la complicación adicional de que cruza por dentro de la ciudad de Cali antes de seguir hacia el norte. Se ha planteado reconstruir completamente el trazado desde Buga, en el Valle del Cauca, el resto de la red tiene un trazado más favorable hasta Cartago, donde se encuentra interrumpido en espera se termine de construir la variante ferroviaria que eluda la ciudad. Adicionalmente a estas dificultades, cabe

mentar que el desarrollo de vías que sigue hacia el norte, hacia La Felisa, es mucho más sinuoso y tiene también, mayor longitud que la carretera. Y surge la situación de si la habilitación del tramo entre Cartago y La Felisa generará cantidades importantes de carga que justifiquen su rehabilitación.

Además, se diagnosticó la segunda alternativa el corredor férreo entre la pequeña población de Cupica (Chocó) y un puerto ya gestante el Urabá Antioqueño, la cual es una propuesta que se estudia, desarrollada en el marco de las Actividades de la Sociedad de mejoras públicas (SMP) y la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) desde 2011, busca aprovechar los océanos atlántico y pacífico colombiano y hacer viable el acceso de Colombia a la Cuenca del Pacífico, permitió inferir que existe una necesidad de desarrollar dicha idea férrea, que logre conectar los océanos pacífico y atlántico.

Al respecto es importante destacar y es concluyente, que los resultados obtenidos sí coinciden con la problemática formulada al inicio de la investigación, cuando se establece que, la realidad de la red ferroviaria en Colombia, ha mostrado un crecimiento con resultados dilatados en el tiempo, es decir, se quedó atrás en infraestructura. Lo que indica que la falta de alternativas para el análisis de alternativas de comunicación férrea para conexión interoceánica y portuaria de Colombia, imposibilita integrar otras opciones de vías férreas existentes e identificando los diferentes corredores férreos en Colombia. En cuanto al objetivo específico N°.2, el cual estuvo dirigido a caracterizar la demanda de un posible paso interoceánico en Colombia y los beneficios para la sociedad y el desarrollo industrial, se verificó que Colombia tiene dos puertos de contenedores principales: se destaca, Cartagena, en el Caribe, y Buenaventura, en el Pacífico. El 60%

aproximadamente del comercio bilateral de carga pasa por Cartagena, en su mayoría, las ventas al exterior por este puerto al exterior, corresponden al sector minero-energético, representado por un 65.7% del total. Esto permitió hacer una revisión de los principales productos y mercancías que entran al puerto marítimo de Cartagena, lo que implicó hacer un análisis de la demanda de este puerto.

En cuanto a la demanda del puerto marítimo de Cartagena, actualmente, atiende 25 líneas navieras y está conectada con 750 puertos en 140 países alrededor del mundo. Este alto número de líneas directas se traduce en enormes ventajas competitivas para los importadores y exportadores colombianos, como para las compañías internacionales que hacen transbordo en el puerto. Su desarrollo estratégico en el entorno del comercio internacional marítimo ha hecho del puerto de Cartagena demandado para el comercio Colombo Americano.

De los 2 puertos principales, el segundo de ellos es el de Buenaventura, en el Pacífico, es un puerto con un potencial incipiente que no se ha aprovechado. Aun así, se puede considerar como el Puerto más importante del Pacífico colombiano. En cuanto a la demanda y competitividad del puerto marítimo de Buenaventura, cabe mencionar que la competitividad de un puerto no se define exclusivamente por sus características físicas y de infraestructura; también dependerá, entre otros, de su vocación, la capacidad instalada, la captación de nuevas mercancías, la localización y accesibilidad, la conectividad, las áreas de influencia, los desarrollos estratégicos, las alianzas, la adaptación de las políticas administrativas, el desarrollo y modernización tecnológica, las tramitaciones a los procedimientos aduaneros, las tarifas, los procedimientos administrativos y la capacidad intermodal y su conectividad.

Sin embargo, en este sentido los resultados fueron contundentes, el desafío de los puertos más grandes no es la accesibilidad marítima (Aunque se podría mejorar) ni la capacidad portuaria, el desafío de los puertos colombianos es la conexión (férrea/modo carretero) hacia el interior, es decir, corresponde tener un plan de conexión interior. En este caso, si se trata de grandes puertos, es porque se manejan grandes volúmenes, de allí que se requiere, sea sostenible manejar toda esa carga y tener el potencial de hacer la conectividad y la actividad hacia el interior del país de una manera más eficiente. Además, permiten generar economías de escala en sus movimientos y una reducción del impacto social y ambiental del transporte de carga.

De ahí, la importancia de establecer la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, dado que los puertos son parte de varias cadenas de suministro, así pues, el acceso tanto marítimo como hacia el interior también debería funcionar de manera sostenible. Lo cual conduce a afirmar que, un puerto que solo depende del transporte por carretera hacia el interior, como es el caso de los puertos en Colombia, no es sostenible. Además, un puerto que no tiene una alternativa u opción multimodal, que aproveche vías fluviales o ferroviarias no es sostenible.

Para el objetivo específico N°.3, orientado a indicar puntos relevantes económico-financiero para el desarrollo de un paso interoceánico de uso nacional e internacional, se observó que el rápido y acelerado crecimiento del modo carretero está en contraposición del dilatado crecimiento de la red ferroviaria, pocas de ellas están en recuperación y otras que, pese a los tropiezos, siguen conectando a la nación por carrilera o carril. Lo que indica que se visualiza un crecimiento significativo en los modos

de transporte vigentes (carretero) y en la cantidad de carga que moviliza el transporte por carretera. Sin embargo, a pesar de su rol imprescindible en la movilización de los flujos terrestres de Colombia, el transporte automotor por carretera enfrenta una serie importante de desafíos.

Finalmente, resulta difícil determinar la conveniencia de precios, para los cargadores, de transportar un producto por ferrocarril o por carretera. En primer lugar, las tarifas que aplica la carretera son de difícil conocimiento ya que surgen de una negociación directa entre el cargador y su transportista. Las tarifas ferroviarias también surgen, usualmente de una negociación entre las partes, pero la mayoría de las empresas ferroviarias publican Memorias y Balances que orientan respecto de las tarifas que aplican. Por otra, a la tarifa propia del ferrocarril cabe, en muchos casos, agregar las tarifas correspondientes a los posibles movimientos terminales por camión y, cuando tiene lugar una operación intermodal, los desembolsos correspondientes a las operaciones de transbordo y, eventualmente, de almacenamiento.

En función a las conclusiones dadas y para dar respuesta al objetivo general, orientado a analizar la viabilidad económica y financiera de las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, y a partir de allí, responder la interrogante, ¿Es viable una conexión férrea interoceánica para aumentar la conectividad portuaria y mejorar la competitividad mercantil en Colombia?, se concluye que desde la perspectiva económica y financiera las alternativas de conexión férrea entre los Océanos Pacífico y Atlántico en Colombia, no son viables, esto coinciden con la problemática formulada al inicio de la investigación, cuando se establece las limitaciones que hoy presenta la infraestructura ferroviaria construida bajo estándares vigentes en la primera mitad del

siglo pasado, se debate la temática de la equidad en la competencia ferrocarril– camión y, a partir de ella, el protagonismo que el estado debería tener en el desarrollo de la infraestructura ferroviaria colombiana.

Recomendaciones

De las evidencias anteriores, se logran plantear una serie de recomendaciones; las cuales están asociadas al análisis de alternativas de comunicación férrea para conexión interoceánica y portuaria de Colombia, este proyecto representa una herramienta de evaluación, la cual junto con el diagnóstico de las alternativas de comunicación férrea será útil para que los organismos relacionados con la problemática, tomen decisiones argumentadas en evidencias técnicas y lineamientos estratégicos asociados a los aspectos técnicos que fundamenten las acciones emprendidas, para crear mecanismos de respuesta rápida frente a la realidad de la red ferroviaria en Colombia, la cual ha mostrado un crecimiento con resultados dilatados en el tiempo.

Se recomienda implementar políticas, disposiciones, y procedimientos específicos, y a partir de estos, elevar el protagonismo que el Estado debería tener en el desarrollo de la infraestructura ferroviaria, que permita la mejora continua de la misma. Por lo que resulta necesario estimar la demanda actual en un ejercicio realista que identifique, analice y entienda en profundidad los beneficios y ventajas, en base al juicio y análisis de expertos, si tanto los flujos actuales como los que surgirán en los años por venir habrán de ser tráficos carreteros o si, en una porción aceptable, habrán de ser captados por el transporte ferroviario de manera de justificar, a partir de allí, las inversiones ferroviarias relevantes.

Se recomienda nombrar una comisión multisectorial conformada por personal del área de planeamiento, programación y presupuesto, desarrollando conocimientos pertinentes al área de la ingeniería de transportes y a la ingeniería férrea, profundizando en la investigación de los diferentes escenarios que podrían ser idóneos para dicha

interconexión, es decir, analizando los diferentes puertos que se podrían o no utilizar para establecer el paso interoceánico de Colombia.

Se recomienda, en un marco más preciso, un estudio estratégico de alternativas de comunicación férrea para conexión interoceánica y portuaria de Colombia, que permita la generación de alianzas públicas-privadas (APP) más sólidas y fundadas, basadas en las posibilidades de mercado de captación de tráfico ferroviario y que seguramente requerirán un rol más potente del Estado en el financiamiento de aquella infraestructura ferroviaria con potencial para movilizar volúmenes de relevancia.

Finalmente, debido al impacto favorable que representa este estudio en la economía colombiana, se recomienda aplicar los lineamientos desarrollados en esta investigación, a fin de que las alternativas de comunicación férrea para conexión interoceánica y portuaria de Colombia se encuentren apegada a las premisas de la ingeniería civil y a requerimientos de alto rendimiento, tomando en cuenta cada uno de los actores involucrados, a fin de ser valoradas para aplicar la soluciones técnicas, económicas y financieras más efectivas.

Bibliografía

- ANI. (13 de 02 de 2015). *Concesión Férrea del Pacífico*. Agencia Nacional de Infraestructura. Recuperado el 04 de 03 de 2020, de <https://www.ani.gov.co/sites/default/files/hiring/2296/405/7.%20HOJA%20DE%20DATOS%20CONCESIONES%20RED%20FERREA%20DEL%20PACIFICO.pdf>
- Arias, F. (2007). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología Científica*. . Caracas: Episte.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). Desafíos del transporte ferroviario en Colombia. Colombia. Recuperado el 22 de 10 de 2020, de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Desaf%C3%ADos-del-transporte-ferroviario-de-carga-en-Colombia.pdf>
- Benhumea, O. R. (11 de 19 de 2019). *Corredor Multimodal Interoceánico: Análisis comparativo del Canal de Panamá*. <http://ri.uaemex.mx/>. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104592/Corredor%20Multimodal%20Interoceanico%20Mex-Pan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bisquera, R. (2009). *Metodologia de la investigacion educativa*. Madrid: La Muralla. Obtenido de https://www.academia.edu/38170554/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N_EDUCATIVA_RAFAEL_BISQUERRA_pdf
- Canal de Panamá. (2020). *Informe Anual 2019*. Ciudad de Panamá. Recuperado el 14 de 09 de 2020, de <https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2020/01/InformeAnual-2019-2.pdf> Página 65-67
- Canal de Panamá. (2020). *Informe Anual 2019*. Ciudad de Panamá. Recuperado el 14 de 09 de 2020, de <https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2020/01/InformeAnual-2019-2.pdf> Página 63
- Cerda, H. (2007). *La investigación formativa en el aula*. Bogotá: Magisterio. Recuperado el 12 de 07 de 2020
- Chavez, N. (2007). *Introducción a la investigación educativa*. Maracaibo: Grafica S.A.
- Correa, S. (Mayo de 2015). Ferrocarriles y soberanía: el Ferrocarril de Panamá, 1850-1903. 22. México DF, México. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-22532015000200002
- Departamento Nacional de Planeacion. (07 de 04 de 2008). *Importancia estratégica del proyecto de concesión al sistema ferroviario central*. Obtenido de https://www.ani.gov.co/sites/default/files/documento_conpes_3512_importancia_estrategica_del_proyecto_de_concesion_al_sistema_ferroviano_central.pdf
- Dueñas, R. (02 de 12 de 2017). El 90% de las vías férreas están abandonadas y con máquinas de los años 50. (Semana, Ed.) Recuperado el 12 de 03 de 2021, de <https://www.semana.com/economia/articulo/industria-de-los-ferrocarriles-en-colombia/253000/>
- Duque-Escobar, G. (05 de 09 de 2017). *Plataformas Logísticas y Transporte Intermodal en Colombia*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/>. Recuperado el 22 de 10 de 2020,

- de
<http://www.bdigital.unal.edu.co/58125/1/plataformaslogisticasytransporteintermodalencolombia.pdf>
- Duque-Escobar, G. (2018). *Pacífico colombiano*. [https://repositorio.unal.edu.co/](https://repositorio.unal.edu.co/Recuperado%20el%2022%20de%2010%20de%202020%20de%20https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56406/pacificocolombiano.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
Recuperado el 22 de 10 de 2020, de
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56406/pacificocolombiano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duran, J. (2015). Ampliación del Canal de Panamá. (I. P. Martinez, Ed.) *Comunidad Portuaria*, 27-33. Recuperado el 10 de 01 de 2021, de
https://issuu.com/cportuariamx/docs/cp_2015/27
- Espejo, N. J. (2010). *Tren de la libertad*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Recuperado el 30 de 08 de 2020, de
http://www.uptc.edu.co/eventos/2010/invest_dis/memorias/SOC/SOC1.pdf
- Hernandez, R. (2010). *METODOLOGÍA*. México DF: McGill.
- Hurtado, J. (2007). *Metodología de la investigación, guía para la comprensión holística de la ciencia*. Caracas: Quirón - Sygal. Recuperado el 18 de 07 de 2020, de
<https://dariososafoula.files.wordpress.com/2017/01/hurtado-de-barrera-metodologicc81a-de-la-investigaciocc81n-guicc81a-para-la-comprensiocc81n-holicc81stica-de-la-ciencia.pdf>
- Kohon, J. (10 de 2011). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/M%C3%A1s-y-mejores-trenes-Cambiando-la-matriz-de-transporte-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Lewis, C. (21 de 08 de 2016). Conozca los 7 proyectos de las vías 4G que están en marcha. (R. Portafolio, Ed.) Recuperado el 10 de 02 de 2021, de
<https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/proyectos-4g-en-construccion-499749>
- Ministerio de transporte. (2016). Modo terrestre, carga movilizada por carretera, mintransporte.gov.co, Bogotá. Recuperado el 31 de 08 de 2020, de
<https://plc.mintransporte.gov.co/Estad%C3%ADsticas/Modo-Terrestre/Carga-Movilizada-Carretera-RNDC/Toneladas-y-viajes-2016>
- Morales, L. (2019). *Centro de los Objetivos de desarrollo sostenible para América Latina*. Obtenido de <https://cods.uniandes.edu.co/el-desafio-de-los-puertos-colombianos-es-la-conexion-hacia-el-interior/>
- Pelekais, C. (2015). *El ABC de la Investigación. Pauta Pedagógica*. Maracaibo: Astro.
- Pinzon, C., & Andres, S. (2015). Análisis del trazado férreo existente, tramo Bogotá-Zipaquira, para análisis del trazado férreo existente, tramo Bogotá D.C. – Zipaquirá, para adecuación como medio de transporte público intermunicipal como medio de transporte publico intermunicipal. (U. M. Granada, Ed.) Bogotá, Colombia. Recuperado el 14 de 12 de 2020, de
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13745/An%C3%A1lisis%20del%20Trazado%20F%C3%A9rreo%20Existente%2c%20Tramo%20Bogot%C3%A1%20D.C.%20%E2%80%93%20Zipaquir%C3%A1%2c%20para%20adecuaci%C3%B3n%20como%20Medio%20De%20Transporte%20P%C3%BAblico>
- Rincon, M., & Lopez, M. (2018). Alternativas para el transporte de mercancía por vías ferreas desde el puerto de Cartagena hacia Bogotá en función de la competitividad

- colombiana. Bogota, Colombia. Recuperado el 12 de 10 de 2020, de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/22605/TFCE%20R579a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, L., & Jaimes, A. (Junio de 2018). Políticas públicas en logística urbana. Construcción colectiva de lineamientos para la logística de Bogotá-Colombia. *Ingeniería Investigación y tecnología*(XIX). Recuperado el 19 de 03 de 2021, de <https://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/2018/v19n2-04.pdf>
- Tovar, J. S. (2018). Este es el mapa de las vías férreas en Colombia. (Semana, Ed.) Recuperado el 09 de 31 de 2020, de <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/ya-es-hora/multimedia/este-es-el-mapa-de-las-vias-ferreas-en-colombia/585600>
- Webber, J. (07 de 06 de 2018). Corredor del Istmo, ruta comercial que AMLO quiere trazar de la mano de China. *El Financiero*. Recuperado el 12 de 04 de 2021, de <https://www.elfinanciero.com.mx/financiamiento/corredor-del-istmo-ruta-comercial-que-amlo-quiere-trazar-de-la-mano-de-china/>