



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL
CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA
ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL
TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

INDICE

1. OBJETO.....	1
2. RESÚMEN EJECUTIVO DEL PRODUCTO Nº1	2
2.1. DIAGNÓSTICO DE LA RED FERROVIARIA COLOMBIANA	2
2.2. CONCLUSIONES FINALES DEL PRODUCTO Nº1.....	5
3. RESUMEN EJECUTIVO DEL PRODUCTO Nº2.....	7
3.1. ANÁLISIS BENEFICIO - COSTO	7
3.1.1. ALTERNATIVAS PROPUESTAS	7
3.1.2. ESTIMACIÓN DE COSTOS	8
3.1.3. COSTO TOTAL.....	8
3.1.4. COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	9
3.1.5. CÁLCULO DE BENEFICIOS PARA EL ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO	9
3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO	10
3.3. EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS.....	11
4. RESUMEN EJECUTIVO DEL PRODUCTO Nº 3.....	13
4.1. POTENCIALIDAD DEL TRANSPORTE DE VIAJEROS	13
4.2. CONEXIONES INTERNACIONALES	14
4.3. COMERCIO EXTERIOR.....	14
4.4. INSTAURACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LAS INSTALACIONES DE SEGURIDAD (SEÑALIZACIÓN).....	14
4.5. ELECTRIFICACIÓN.....	15
4.6. NORMATIVA.....	16
5. PLANES DE ACCION DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE	17
5.1. ACTUACIONES CONTEMPLADAS	17
5.2. MAPA DE ACTUACIONES PREVISTAS.....	18
5.3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN O ETAPAS DE TRANSICIÓN.....	19
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD..	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la red férrea existente de Colombia (tramos operativos en sombreado amarillo).....	2
Tabla 2. Operaciones de mercancías en Mill t/ año.....	5
Tabla 3. Operaciones de viajeros en viajeros/ años.....	5
Tabla 4. Resumen Alternativas Acordadas.....	7
Tabla 5. Cuadro Resumen de Macroprecios por km.....	8
Tabla 6. Costos Totales de Construcción.....	8
Tabla 7. Costos Totales de Mantenimiento.....	9
Tabla 8. Ahorros en Mantenimiento respecto al escenario base.....	9
Tabla 9. Incremento del Activo respecto al escenario base.....	10
Tabla 10. Relación Beneficio-Costo.....	10
Tabla 11. Listado de actuaciones previstas.....	17
Tabla 12. Plan de actuaciones.....	21

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa de la red actual de ferrocarriles de Colombia.....	3
Imagen 2. Red ferroviaria en operación en 2011.....	4
Imagen 3. Ponderaciones de Factores y Subfactores.....	12
Imagen 4. Mapa de actuaciones previstas.....	18
Imagen 5. Fase 1.....	22
Imagen 6. Fase 2.....	23
Imagen 7. Fase 3.....	24

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Resultado Total de la Evaluación Multicriterio.....	12
----------------------------------------------------------------	----



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL
CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA
ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL
TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

1. OBJETO

El objeto de este Informe Ejecutivo es la de resumir los contenidos esenciales del **Estudio de viabilidad y conveniencia del cambio de trocha yárdica a trocha estándar y sus impactos en el transporte de carga y pasajeros** así como presentar las conclusiones finales, derivados del estudio realizado.

El estudio está estructurado en tres productos:

PRODUCTO No. 1. INFORME DEL PLAN DE TRABAJO, DEFINICIÓN DE METODOLOGÍAS, RECOPIACIÓN, REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN, VISITAS DE CAMPO Y ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO

PRODUCTO No. 2. INFORME DE ANALISIS COSTO BENEFICIO, PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVA DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS.

PRODUCTO N° 3: INFORME FINAL E INFORME EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS



2. RESÚMEN EJECUTIVO DEL PRODUCTO N°1

El objeto de este documento es la definición de las alternativas y el estudio técnico de las mismas, que será la base para la evaluación de costos y beneficios a desarrollar en el **Producto n°2**.

2.1. DIAGNÓSTICO DE LA RED FERROVIARIA COLOMBIANA

El resumen de la red existente se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Resumen de la red férrea existente de Colombia (tramos operativos en sombreado amarillo).

ESTADO	KM	%	ESTADO	KM	%
Tramos en operación	1.006	30,82%	Tramos rehabilitados en operación	730	22%
			Tramos no rehabilitados en operación	305	9%
Tramos no operativos	990	30,33%	Tramos no operativos rehabilitados	455	14%
			Tramos no operativos no rehabilitados	35	1%
			Tramos no operativos en rehabilitación	113	3%
			Tramos no operativos sin información	385	12%
Tramos inactivos	1.392	38,85%	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se recoge una imagen con el mapa de la red ferroviaria actual de Colombia y sus características principales, realizado a partir de la información facilitada por el Ministerio de Transporte y la Agencia nacional de Infraestructuras (ANI)



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

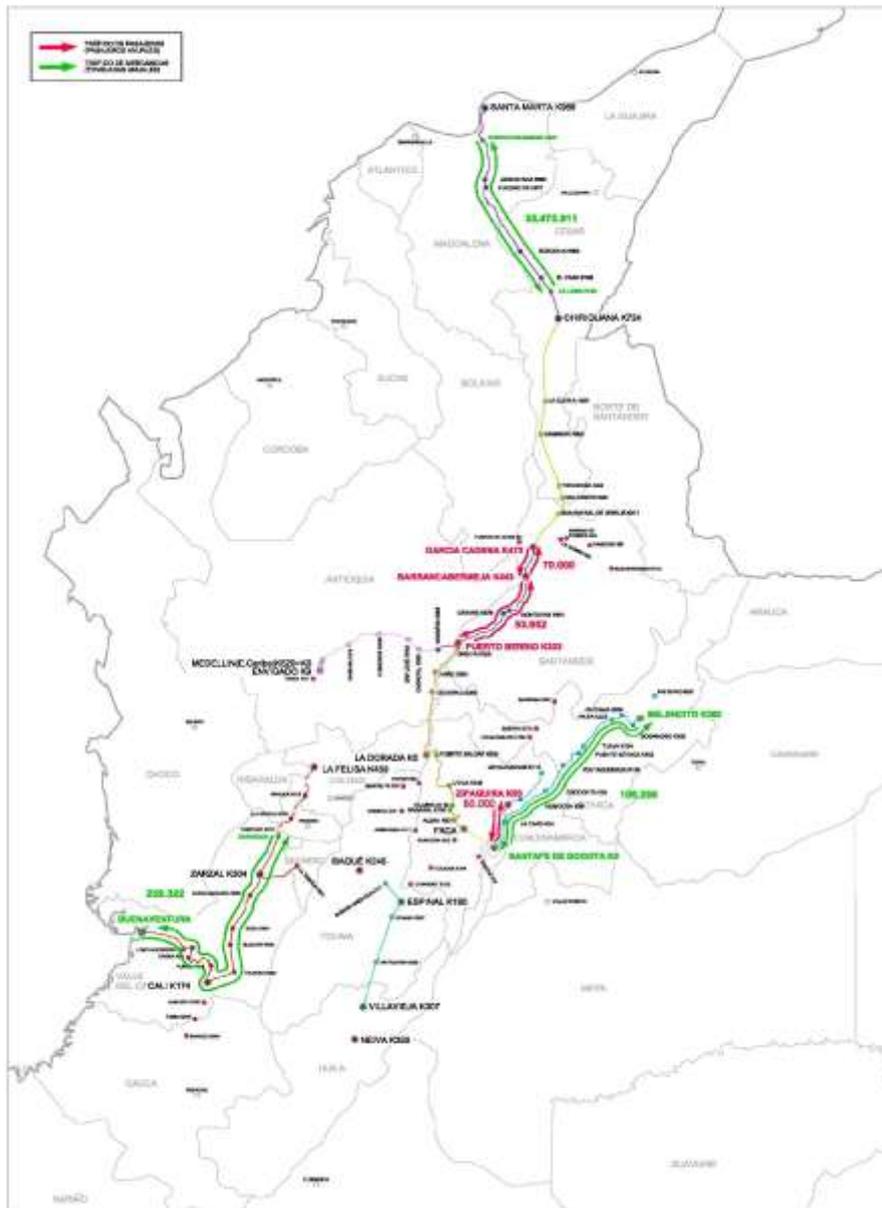
CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

En 2011 se encuentran en operación 1.006 km de red, correspondientes a los tramos 1, 3, 5 y 8, no estando conectados entre sí.

Imagen 2. Red ferroviaria en operación en 2011



Fuente: Elaboración propia

DIAGNÓSTICO DE LA RED FERROVIARIA COLOMBIANA

Tabla 2. Operaciones de mercancías en Mill t/ año

RED FERREA	AÑO 2010	AÑO 2011
Red Atlántica	35,5	40
Red Central	0,1	0.03*
Red Pacifica	0,2	0.046

Fuente: Elaboración propia, a partir de información brindada por el Ministerio de Transporte.
*Servicio interrumpido en abril por ola invernal.

Tabla 3. Operaciones de viajeros en viajeros/ años

RED FERREA	AÑO 2010	AÑO 2011
Red Central	124.000	89.700*
Bogotá	60.000	109.500

Fuente: Elaboración propia, a partir de información brindada por el Ministerio de Transporte.
*Servicio interrumpido en abril por ola invernal.

2.2. CONCLUSIONES FINALES DEL PRODUCTO N°1

La principal conclusión técnica es la relativa al aumento de la capacidad de carga por vagón, que aumenta un **12-13 %** la carga de material remolcado de trocha estándar. Este incremento de carga viene unido a la **mejora de la plataforma para incrementar la limitación legal de cargas en vía de 18,20 a 22,5 t/eje**. En caso contrario, no existe tal beneficio. Para mejorar la plataforma y mantenerla plenamente operativa frente olas invernales se sugiere realizar:

- Incrementar espesores de balasto hasta 25 cm bajo durmiente.
- Aumentar la longitud del durmiente. Desarrollo del durmiente polivalente.
- Uniformizar el peso del riel en vías principales a no menos de 115 lb/yarda (o bien implementar el riel UIC-54).
- Dimensionar la plataforma para cada línea según la ficha UIC en función del tráfico previsto. Es recomendable dimensionar la plataforma con una categoría más de la resultante por cálculo, para previsiones futuras de incrementos de tráfico.
- Estudiar y mejorar las capacidades portantes de las capas de forma según ficha UIC.



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL
CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA
ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL
TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

- Estudiar y mejorar las capacidades hidráulicas y mantenimiento de las redes de drenaje longitudinal y transversal.
- Estudiar y mejorar la estabilidad de los taludes.

Aplicado a la Red Atlántica, que es donde se puede obtener más rendimiento a este dato, esto supone que, a igualdad de tráfico actual y de operación, se pasaría de 35,5 Mt/anuales a 40 Mt/anuales, previsiblemente con un elevado costo de inversión de sustitución del material rodante y de los cambios en la superestructura y plataforma mencionados.

Desde el punto de vista técnico, el resto de la red, al no estar agotada la capacidad de transporte de las líneas, la medida del cambio de trocha no tendría especial relevancia, pudiendo mejorarse con reformas de infraestructura y operación manteniendo la trocha yárdica.

Hay que tener presente que existen otro tipo de mejoras de la operación que permiten el aumento de la capacidad de carga de la línea. La frecuencia media de paso actual de trenes cargados o vacíos en el tramo Chiriguana-Santa Marta es de 50 minutos. Con actuaciones que se están llevando a cabo actualmente de duplicación completa de la vía y mejoras en los sistemas de comunicación, y también implementando un sistema semaforizado de señalización y automatización de cambiavías si es necesario, se podrían reducir las frecuencias de paso fácilmente a 30 minutos, pudiendo incrementar incluso el número de trenes.

En este sentido, suponiendo 16 h de operación y 8 de banda de mantenimiento, 1 tren/30 min supone 32 circulaciones diarias, frente a las 19 circulaciones de 1 tren cada 50 minutos. Esto supone un incremento del 68 % de capacidad de la línea, con tan solo mejorar la operación comercial.

Finalmente, el Producto N°1 enumera las operaciones a realizar tanto en la infraestructura como en la superestructura, material rodante e instalaciones, tanto si se decide mantener la trocha yárdica y modernizarla, mejorando su operatividad, como si se decide llevar a cabo el cambio de trocha a estándar.



3. RESUMEN EJECUTIVO DEL PRODUCTO N°2

El objetivo de este documento es desarrollar el análisis costo beneficio, mediante una matriz multicriterio del estudio de viabilidad y conveniencia del cambio de trocha yárdica a trocha estándar y sus impactos en el transporte de carga y pasajeros, brindando un enfoque que permita establecer la viabilidad y conveniencia de cambio de trocha en la red férrea de Colombia.

3.1. ANÁLISIS BENEFICIO - COSTO

El análisis parte de un “escenario base o escenario tendencial” a partir del cual se comparan, en un periodo de tiempo de 30 años las Alternativas propuestas. Se estima entonces con este fin las diferencias netas en las variables de costos de inversión, ahorros en mantenimiento e incrementos en el valor del activo de infraestructura férrea de la nación y Posteriormente con estas variables se obtiene el Valor Presente Neto (VPN) la relación Beneficio – Costos de cada Alternativa respecto al escenario “base” que en otras palabras corresponderá al resultado de la diferencia entre la situación “base” y la situación con el proyecto.

3.1.1. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

A partir de los análisis previos del informe de diagnóstico y luego de concertar con el comité de supervisión, se han conformado las siguientes Alternativas de actuación que se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resumen Alternativas Acordadas.

Alternativa No.	Descripción
Tendencial	Rehabilitar y mantener operable la longitud total de la red férrea a cargo de la nación, exceptuándose inversiones de rehabilitación en 1.163 km aprox. es decir se realizarían inversiones en 2.192 km aprox.
Alternativa 1	Construcción de una nueva red férrea nacional en trocha yárdica, exceptuando el tramo entre Chiriguaná – Santa Marta, actualmente operado por Fenoco. Es decir la construcción de 3.050 km aprox.
Alternativa 2	Construcción de toda la red férrea nacional en trocha estándar, incluyéndose el tramo Chiriguaná – Santa Marta, para una longitud total de 3.290 Km aprox.
Alternativa 3	Construcción de la red férrea del país en trocha estándar, exceptuando el tramo Chiriguaná – Santa Marta el cual seguiría operando en trocha yárdica hasta la fecha de terminación del plazo actual de la concesión. Longitud en trocha estándar 3.050 Km aprox.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. ESTIMACIÓN DE COSTOS

La tabla siguiente resume los costos por kilómetro de construcción para cada Alternativa, según el tipo de terreno y el tipo de vía:

Tabla 5. Cuadro Resumen de Macroprecios por km

Tipo de obra	Costo / Km (Miles de US\$)		
	Plano	Ondulado (Medio)	Montañoso (Accidentado)
Línea nueva trocha yárdica sencilla	976	2.785	8.153
Línea nueva trocha estándar sencilla	1.125	3.258	9.594
Rehabilitación (Yárdica o estándar)	990	1.533	2.594

Fuente: Elaboración propia con base en de datos del Ministerio de Transporte y de Bases oficiales de Macroprecios de una administración ferroviaria española (ADIF)

3.1.3. COSTO TOTAL

El costo total de cada Alternativa, teniendo en cuenta la tipología del terreno donde se localiza cada tramo.

Tabla 6. Costos Totales de Construcción

Alcance	Costo en Millones de US\$ (2012)
Rehabilitación	\$7.809
Construcción Yárdica	\$11.980
Construcción Estándar	\$14.554
Yárdica y Estándar	\$14.316

Fuente: Elaboración propia

Los macroprecios pueden variar bastante dependiendo de las condiciones particulares de cada línea, como la ubicación geográfica, climatología, tipos de terrenos atravesados, geotecnia. Se ha tratado de obtener un límite superior para cada macroprecio, incluyendo unos imprevistos del 15 % de cada capítulo.

3.1.4. COSTOS DE MANTENIMIENTO

Se contempla las estimaciones de costos anuales para mantener la red férrea rehabilitada o construida en óptimas condiciones a lo largo de su vida útil, buscando un alto grado de calidad.

Se establece, que los rieles y el balasto tendrán una vida útil de 20 años, por lo que se contemplan inversiones adicionales, de reposición de rieles y balasto en el año 20 de kilómetro de red rehabilitada o construida y en operación.

Tabla 7. Costos Totales de Mantenimiento

Alternativa	Costos en Millones de US\$ (2012)
Escenario Tendencial	\$465
Alternativa 1	\$300
Alternativa 2	\$320
Alternativa 3	\$300

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. CÁLCULO DE BENEFICIOS PARA EL ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO

Para el cálculo de los beneficios se concentra en dos aspectos:

- Ahorro en los costos de mantenimiento en cada Alternativa respecto al escenario base (a pesar de que estos costos son muy similares tanto en yárdica como en estándar, la configuración de la red en cada Alternativa genera variaciones).
- Valoración del activo fijo de Infraestructura férrea de la Nación que representa cada Alternativa respecto al escenario base o tendencial.

Tabla 8. Ahorros en Mantenimiento respecto al escenario base

Alternativa	Valores en Millones de US\$ (2012)
Alternativa 1	\$164
Alternativa 2	\$146
Alternativa 3	\$164

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Incremento del Activo respecto al escenario base

Alternativa	Valores en Millones de US\$
Mayor valor del activo Alt 1	\$832
Mayor valor del activo Alt 2	\$1.235
Mayor valor del activo Alt 3	\$1.069

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los mayores ahorros de mantenimiento se obtienen en las Alternativas 1 y 3, y el menor ahorro en la Alternativa 2. Así mismo, se observa que el mayor incremento en el valor del activo fijo de la infraestructura férrea del país se presenta con la Alternativa 2, seguido de la Alternativa 3 y 1 respectivamente, siendo la Alternativa 1 la de menor incremento del activo.

3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO

La relación Beneficio – Costo de cada Alternativa se obtiene comparando la diferencia entre la sumatoria de los beneficios y los costos o inversiones del escenario tendencial con la diferencia entre la sumatoria de los beneficios y los costos o inversiones de cada Alternativa. A continuación se presentan los resultados en precios de 2012 descontados con una tasa del 10%:

Tabla 10. Relación Beneficio-Costo.

Alternativa	VPN B – C (Valores en Millones de US\$ de 2012)
Alternativa 1	(US\$ -926)
Alternativa 2	(US\$ -1.977)
Alternativa 3	(US\$ -1.766)

Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista económico ninguna de las tres alternativas ofrece una relación B-C mayor que cero. No obstante la mejor relación se obtiene con la Alternativa 1,

seguido de la Alternativa 3 y 2 respectivamente; siendo la Alternativa 2 la de menor relación B-C.

3.3. EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS

Con el fin de evaluar las Alternativas identificadas y a su vez dejar al Ministerio de Transporte una herramienta de ayuda para la toma de decisiones, se estructuró una matriz multicriterio que permite analizar información cuantitativa y cualitativa para identificar la Alternativa a recomendar y, acorde a ello se priorizan aquellos análisis que mejor contribuyan a visualizar las ventajas y limitaciones de las distintas Alternativas.

La propuesta metodológica para la evaluación de las Alternativas consideradas, articula el análisis en torno a cuatro grupos de factores o áreas temáticas:

- i) Aspectos Económico - Financieros;
- ii) Aspectos de Conectividad;
- iii) Aspectos de Material Móvil;
- iv) Aspectos relacionados con la oferta de transporte.

Para cada uno de estos ámbitos de análisis se establece un porcentaje que la suma total no debe exceder el 100%, la ponderación determina su peso en la valoración global de la Alternativa. Cada factor, por su parte, se desagrega en distintos subfactores –en los que se intentan recoger los aspectos más significativos del ámbito de análisis-, a los cuales se les asigna una ponderación que determina su peso relativo de acuerdo en la determinación de la valoración global del área temática analizada¹.

Para valorar cada sub-factor, se establece una escala de valoración de 1 a 5, definiendo los criterios de valoración en cada caso en función de en cuanto cada Alternativa los satisface.

La aplicación de esta metodología permite comparar de forma integral las Alternativas así como para cada factor calculando la calificación de cada una de ellos para finalmente ordenarlas en función de su calificación global.

A continuación se da a conocer los porcentajes de ponderación dados a cada factor y subfactor que se tuvieron en cuenta para evaluar cada alternativa de acuerdo al consenso logrado con el comité de supervisión del Ministerio de Transporte y la ANI:

¹ Hay que señalar que la ponderación que se presenta para los distintos factores, así como el peso relativo de los distintos subfactores, pretende reflejar las problemáticas o desafíos de las diferentes Alternativas; No obstante, se han realizado análisis complementarios considerando el mismo peso para cada factor (20%) y para cada sub-factor (25%), sin que se aprecien cambios sustantivos en los resultados obtenidos, lo que apunta a la robustez del resultado. Igualmente sea realizado un análisis de robustez con 32 iteraciones que arrojaron el siguiente resultado: La Alternativa 2 el 47% obtiene una mayor puntuación, la Alternativa 3 obtiene el 53% de las y la Alternativa 1 es superada el 100% de las veces iteradas.

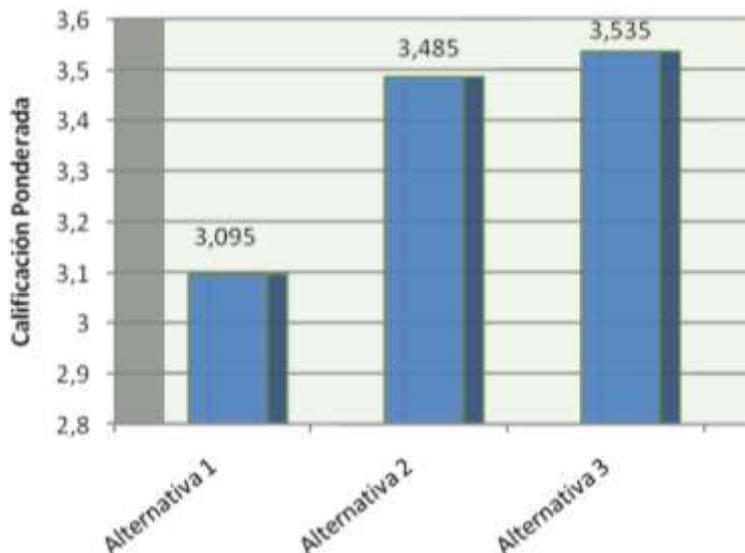


Imagen 3. Ponderaciones de Factores y Subfactores



En la grafica siguiente observan los resultados totales de las tres Alternativas respecto a la evaluación multicriterio con las ponderaciones de la grafica 1.

Grafica 1. Resultado Total de la Evaluación Multicriterio



Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de los análisis de sensibilidad y robustez se establece que la alternativa 3 es la más viable y su escogencia se realizó de acuerdo de la ponderación que los evaluadores determinaron para cada uno de los factores y Subfactores.

4. RESUMEN EJECUTIVO DEL PRODUCTO N° 3

4.1. POTENCIALIDAD DEL TRANSPORTE DE VIAJEROS

A la hora de definir la prioridad de actuaciones en la red ferroviaria colombiana, se ha estimado interesante dedicar un apartado a estudiar de manera somera la potencialidad del transporte de viajeros en Colombia.

Examinando la red actual de ferrocarriles de Colombia, y analizando los antiguos corredores ferroviarios, sería posible potenciar la circulación ferroviaria entre las tres ciudades con más población del país, que son Bogotá, Cali y Medellín.

Corredor Cali – Medellín

Suponiendo una velocidad comercial de 100 km/h, supondría aproximadamente 4 h y 45 minutos de viaje.

Corredor Medellín – Bucaramanga

Suponiendo una velocidad comercial de 100 km/h, supondría aproximadamente 4 h y 20 minutos de viaje.

Corredor Bogotá - Medellín

Suponiendo una velocidad comercial de 100 km/h, supondría aproximadamente 5 h y 12 minutos de viaje.

Corredor Bogotá – Bucaramanga

Suponiendo una velocidad comercial de 100 km/h, supondría aproximadamente 5 h y 45 minutos de viaje.

Corredor Bogotá - Cali

Suponiendo una velocidad comercial de 100 km/h, supondría aproximadamente 4 h y 5 minutos de viaje.

Corredor Barranquilla - Cartagena

Suponiendo una velocidad comercial de 100 km/h, el recorrido supondría aproximadamente 1 h de viaje.



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

4.2. CONEXIONES INTERNACIONALES

Al estudiar la posible conexión internacional de Colombia con el resto de países limítrofes mediante el transporte ferroviario, se ha observado la imposibilidad de conexión con la mayoría de ellos, debido a la inexistencia de corredores próximos a las fronteras, a excepción de Venezuela.

Hay que destacar que la red venezolana está instaurada en trocha estándar. Si se llega a considerar en firme la opción de conexión internacional con Venezuela, el cambio de trocha yárdica a estándar sería imprescindible, por lo menos en parte de la red colombiana.

4.3. COMERCIO EXTERIOR

Otra de las cuestiones que se han estimado significativas para la selección de corredores es la posible mejora de la conexión de puertos marítimos con la red ferroviaria, en vistas al potencial impulso del comercio exterior. En este sentido, se han analizado las exportaciones colombianas, desde los siguientes puntos de vista: totales, por producto y por aduana.

Analizando las principales aduanas, podemos concluir que una de las posibles actuaciones de interés sería la creación de un ramal ferroviario hacia los puertos de Cartagena y Barranquilla.

En el comercio exterior colombiano el transporte marítimo se consolida como el modo de transporte predominante. Por esta vía se transfiere cerca del 96% de la carga del comercio exterior. Durante el año 2009 (cifras obtenidas del Diagnóstico del Transporte 2010) el comercio exterior registró un leve descenso, al pasar de 117 millones de toneladas a 116 millones de toneladas. Sin embargo mantiene una tasa de crecimiento del 6% promedio anual y se espera pasar a tasas de crecimiento anual del 12% con los tratados de libre comercio.

Colombia cuenta con nueve zonas portuarias, siete de ellas en la Costa Caribe: La Guajira, Santa Marta, Ciénaga, Barranquilla, Cartagena, Golfo de Morrosquillo, Urabá y San Andrés, y dos en el Pacífico: Buenaventura y Tumaco.

Cartagena, Barranquilla y Santa Marta, principales puertos del Caribe colombiano, conforman una oferta diversificada, tanto en terminales públicos como en privados, que compiten entre sí y con otros de la región.

Por su parte, en el Pacífico, Buenaventura se ha consolidado como el principal puerto multipropósito del país, epicentro de buena parte de las exportaciones e importaciones de productos no tradicionales.

4.4. INSTAURACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LAS INSTALACIONES DE SEGURIDAD (SEÑALIZACIÓN)

Actualmente la red ferroviaria colombiana no cuenta con un sistema de señalización implantado ni motorización de cambios.



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL
CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA
ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL
TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

Teniendo en cuenta que se pretende mejorar la red férrea y duplicar vía al menos en algunos tramos, para poder aumentar la frecuencia de circulación y la velocidad de los vehículos **se hace imprescindible la instalación de un sistema de señalización**, para permitir la circulación segura de los vehículos.

El sistema de señalización permitirá efectivamente la circulación de los trenes de modo seguro, con una mayor frecuencia y a una mayor velocidad. Además, mediante la instalación de motores eléctricos en los desvíos, se reducirá el número de personal en campo dedicado al movimiento de los desvíos y al control de los movimientos de los trenes.

Además, se propone **centralizar toda la gestión del tráfico** (instalación de un CTC – control de tráfico centralizado-) en un único punto geográfico, lo que mejoraría la explotación de las líneas y permitiría una gestión más eficiente de la red. En este sentido se estima conveniente la ubicación de este Centro de Control en la estación de Santa Fe de Bogotá.

Además del sistema de señalización, se propone la instalación de un **sistema automático de protección de tren** o **ATP** (que, como mínimo, frene el tren de manera automática en el caso de que el conductor del tren no atienda a las indicaciones de una señal en rojo).

En particular, se propone la instalación de un sistema ERTMS nivel 1. El sistema ERTMS (European Railway Traffic Management System) es un sistema desarrollado en Europa, para el cual muchos fabricantes tienen homologados sus equipos (tanto de señalización en vía como respecto a los equipos embarcados), lo que hace que ninguno de ellos tenga el monopolio y se alcancen unos mejores precios por economía de escala y ley de la competencia.

4.5. ELECTRIFICACIÓN

Actualmente la electrificación del transporte ferroviario tiene uno de los principales motores impulsores en los criterios medioambientales, tales como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la emisión de gases contaminantes en destino (en las zonas urbanizadas), la contaminación acústica y otro tipo de residuos derivados del mantenimiento de los motores diésel.

Los principales factores a tener en cuenta para seleccionar el tipo de tracción más adecuado son los siguientes:

- Mejores prestaciones técnicas de las locomotoras eléctricas frente a las diesel
- El suministro de energía eléctrica más eficiente y menos peligroso que el suministro y almacenamiento de combustible
- Reducción de emisiones atmosféricas de las locomotoras eléctricas frente a las diesel

De manera general, el coste de la instalación de alimentación hace que la tracción eléctrica solamente sea rentable en líneas de mucho tráfico, o bien en vías con gran parte del recorrido en túnel bajo montañas o por debajo del mar, con dificultades para



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL
CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA
ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL
TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

la toma de aire para la combustión de los otros tipos de motor. Para líneas de baja densidad de tráfico, el coste de inversión inferior hace que sea más rentable la tracción diésel.

4.6. NORMATIVA

Se recomienda la creación de una normatividad oficial (o la remisión a una normativa internacional concreta) como un aspecto fundamental para la mejora de la calidad del sistema ferroviario.

Sería conveniente, por tanto, la revisión de los criterios utilizados para el diseño y explotación de las infraestructuras ferroviarias en la actualidad, con el fin de establecer una normatividad técnica de diseño de infraestructuras en los diferentes aspectos implicados (trazado, drenaje, señalización, cálculo de capas de asiento, medio ambiente, etc) y su explotación, que se implementen como de uso obligatorio para cualquier actuación sobre la infraestructura (ya sea existente o en proyecto).

Esta medida garantizaría la homogeneización de criterios y el establecimiento de valores máximos y mínimos de los parámetros de diseño, lo cual redundaría en asegurar unos niveles mínimos de calidad de la red de infraestructuras y en la mejora de la seguridad vial y ferroviaria.

5. PLANES DE ACCION DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE

5.1. ACTUACIONES CONTEMPLADAS

Para el estudio de la planificación de la vertebración de la red ferroviaria colombiana se ha considerado el periodo comprendido entre 2012 y 2026. Las actuaciones contempladas se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 11. Listado de actuaciones previstas

Corredor	Identificador	Tramo Vía Férrea	Longitud (Km)
Red Férrea del Atlántico	9	Chiriguaná - Puerto Nuevo	213
Red Central	2	Chiriguaná- García Cadena	251
	3	García Cadena - Barrancabermeja - Puerto Berrio	140
	4	Puerto Berrio - Grecia - La Dorada	132
Red Férrea del Pacífico	7	Variante de Buga – Lobo Guerrero	50
Tren del Carare	8	Lenguazaque (La Isla) - Barbosa - Vizcaina	282
		Tibasosa (Sogamoso)- Santa Sofia	114
		Nemocón - Lenguazaque	42
		Belencito - Paz del Río	39
		TOTAL	1.263

Fuente: Elaboración propia

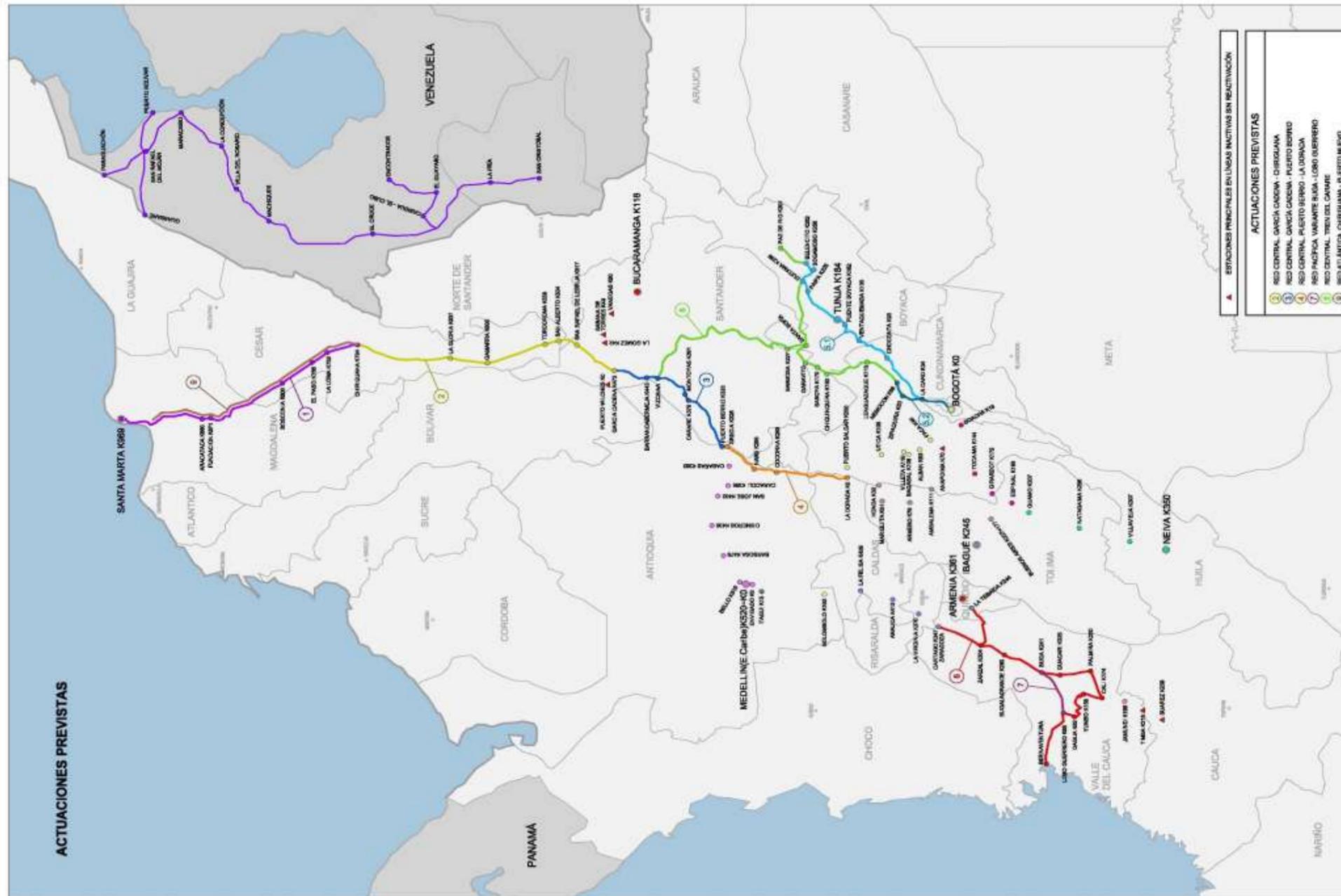
El Ministerio de Transporte desarrollará a largo plazo otro tipo de actuaciones sobre la red, como pueden ser:

- Cambio de trocha de la Red Pacífica.
- Desarrollo de la Red Central desde La Dorada hasta Bogotá
- Conexión entre las redes Central, Pacífica y Atlántica, que permita futuras conexiones de viajeros y mercancías entre Bogotá, Medellín y Cali.
- Conexión internacional con Venezuela.



5.2. MAPA DE ACTUACIONES PREVISTAS

Imagen 4. Mapa de actuaciones previstas



Fuente: Elaboración propia

5.3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN O ETAPAS DE TRANSICIÓN

Partiendo de la base de que el Ferrocarril del Carare se va a construir en trocha estándar, a continuación se desarrolla el plan de implementación o etapas de transición, con tres fases de puesta en servicio:

Fase 1

- Horizonte: 2012-2016
- Actuaciones previstas: Red Pacífica. Actuación 7. Variante Buga-Lobo Guerrero
- Tipo de trocha: Yárdica, con durmiente de tercer riel
- Longitud estimada de puesta en servicio: 50 km de línea nueva
- Inversión estimada (proyectos terrenos y construcción): 497,10 Millones de dólares USA, en 4 años.
- Inversión estimada en material rodante: No se precisa
- Inversión en mantenimiento y explotación: 10 Millones de dólares USA, hasta 2026

Fase 2

- Horizonte: 2012-2020
- Actuaciones previstas:
 - Red Central: Actuación 8, Tren del Carare
 - Red Central: Actuación 2, García Cadena-Chiriguaná
 - Red Central: Actuación 3, García Cadena-Puerto Berrio
 - Red Atlántica: Actuación 9, Chiriguaná-Puerto Nuevo
- Tipo de trocha: Estándar
- Longitud estimada de puesta en servicio: 690 km de línea nueva y 391 km de línea rehabilitada. Total de 1.081 km.
- Inversión estimada (proyectos terrenos y construcción): 5.294 Millones de dólares USA, en 8 años.
- Inversión estimada en material rodante: 32 trenes tipo de mercancías y 3 trenes tipo de viajeros. 452 Millones de dólares USA.
- Inversión en mantenimiento y explotación: 129,4 Millones de dólares USA, hasta 2026.



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL
CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA
ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL
TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

Fase 3

- Horizonte: 2020-2025
- Actuaciones previstas:
 - Red Central: Actuación 4, Puerto Berrio-La Dorada
- Tipo de trocha: Estándar
- Longitud estimada de puesta en servicio: 132 km de línea rehabilitada. Inversión estimada (proyectos terrenos y construcción): 222,5 Millones de dólares USA, en 5 años.
- Inversión estimada en material rodante: 2 trenes tipo de mercancías y 3 trenes tipo de viajeros. 47,4 Millones de dólares USA.
- Inversión en mantenimiento y explotación: 2,6 Millones de dólares USA, hasta 2026

A continuación se exponen los planos de las distintas fases previstas:



ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS



Tabla 12. Plan de actuaciones

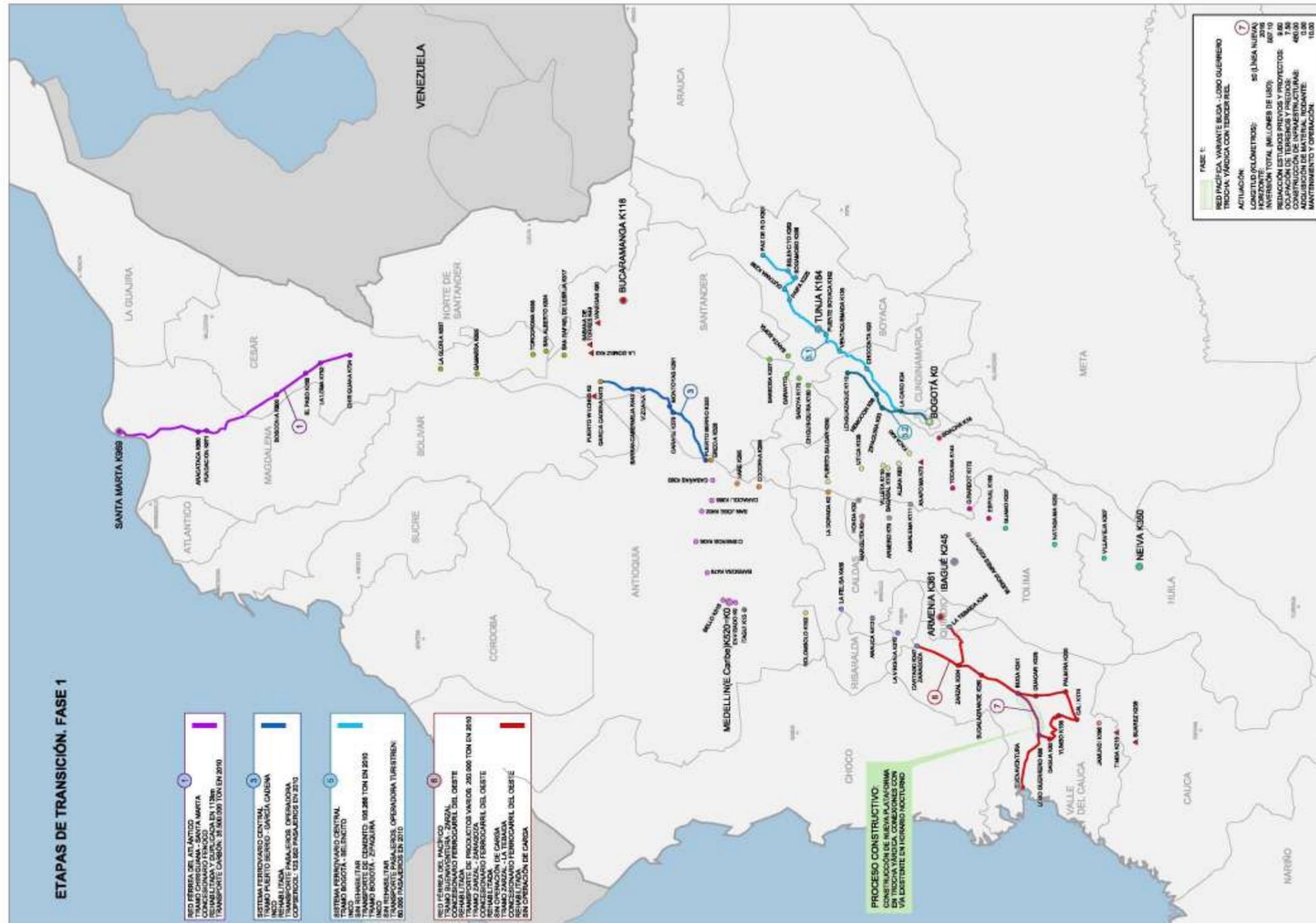
PLAN DE ACTUACIONES 2012-2026				Año														
	REHAB	NUEVA	INVERSION	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	KM	KM	Mill \$US															
7 RED PACIFICA. VARIANTE BUGA-BUENAVENTURA. TROCHA YÁRDICA 3ER CARRIL		50	507.10	4.80	8.65	51.75	96.00	336.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7.1 REDACCION DE ESTUDIOS PREVIOS Y PROYECTOS			9.60	4.80	4.80													
7.2 OCUPACIÓN DE TERRENOS Y PREDIOS			7.50		3.75	3.75												
7.3 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA			432.00			48.00	96.00	288.00										
7.4 CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA E INSTALACIONES FERROVIARIAS			48.00					48.00										
7.5 ADQUISICIÓN DE MATERIAL RODANTE			0.00				0.00	0.00										
7.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN			10.00						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8 RED CENTRAL. TREN DEL CARARE. TROCHA ESTÁNDAR		477	4.929.99	21.55	21.55	43.10	86.20	172.40	344.80	689.60	1.379.20	2.758.40	4.137.60	4.929.99	4.929.99	4.929.99	4.929.99	4.929.99
8.1 REDACCION DE ESTUDIOS PREVIOS Y PROYECTOS			86.20	21.55	21.55	21.55	21.55											
8.2 OCUPACIÓN DE TERRENOS Y PREDIOS			71.55			21.47	28.62	21.47										
8.3 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA			3.879.00						431.00	1.293.00	1.293.00	862.00						
8.4 CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA E INSTALACIONES FERROVIARIAS			431.00								215.50	215.50						
8.5 ADQUISICIÓN DE MATERIAL RODANTE			405.00								202.50	202.50						
8.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN			57.24										9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54
9 RED ATLÁNTICA. CHIRIGUANÁ-NUEVOS PUERTOS. TROCHA ESTÁNDAR		213	305.51	1.20	1.20	10.79	13.05	35.75	24.00	96.00	96.00	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
9.1 REDACCION DE ESTUDIOS PREVIOS Y PROYECTOS			4.80	1.20	1.20	1.20	1.20											
9.2 OCUPACIÓN DE TERRENOS Y PREDIOS			35.15			9.59	12.78	12.78										
9.3 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA			144.00					24.00	24.00	48.00	48.00							
9.4 CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA E INSTALACIONES FERROVIARIAS			96.00							48.00	48.00							
9.5 ADQUISICIÓN DE MATERIAL RODANTE			0.00								0.00	0.00						
9.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN			25.56										4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
3 RED CENTRAL. GARCÍA CADENA-PUERTO BERRIO. TROCHA ESTÁNDAR		140	301.00				2.15	2.15	60.60	66.70	152.70	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
3.1 REDACCION DE ESTUDIOS PREVIOS Y PROYECTOS			4.30				2.15	2.15										
3.2 OCUPACIÓN DE TERRENOS Y PREDIOS			17.50						17.50									
3.3 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA			129.00						43.00	43.00	43.00							
3.4 CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA E INSTALACIONES FERROVIARIAS			86.00								86.00							
3.5 ADQUISICIÓN DE MATERIAL RODANTE			47.40								23.70	23.70						
3.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN			16.80										2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
2 RED CENTRAL. GARCÍA CADENA-CHIRIGUANÁ. TROCHA ESTÁNDAR		251	339.96				2.73	2.73	85.90	94.60	163.60	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02
2.1 REDACCION DE ESTUDIOS PREVIOS Y PROYECTOS			5.46				2.73	2.73										
2.2 OCUPACIÓN DE TERRENOS Y PREDIOS			31.38						31.38									
2.3 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA			163.80						54.60	54.60	54.60							
2.4 CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA E INSTALACIONES FERROVIARIAS			109.20								109.20							
2.5 ADQUISICIÓN DE MATERIAL RODANTE			0.00								0.00	0.00						
2.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN			30.12										5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02
4 RED CENTRAL. PUERTO BERRIO-LA DORADA. TROCHA ESTÁNDAR		132	272.58									2.02	2.02	58.90	64.10	144.90	2.64	2.64
4.1 REDACCION DE ESTUDIOS PREVIOS Y PROYECTOS			4.04									2.02	2.02					
4.2 OCUPACIÓN DE TERRENOS Y PREDIOS			16.50											16.50				
4.3 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA			121.20											40.40	40.40	40.40		
4.4 CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA E INSTALACIONES FERROVIARIAS			80.80													80.80		
4.5 ADQUISICIÓN DE MATERIAL RODANTE			47.40												23.70	23.70		
4.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN			2.64														2.64	2.64
Inversión anual	523	740	6.656	5	31	75	150	405	495	1.464	1.929	1.694	25	25	80	87	168	25
Inversión al origen				5	36	111	260	665	1.161	2.625	4.554	6.248	6.272	6.297	6.377	6.463	6.631	6.656



Fuente: Elaboración propia



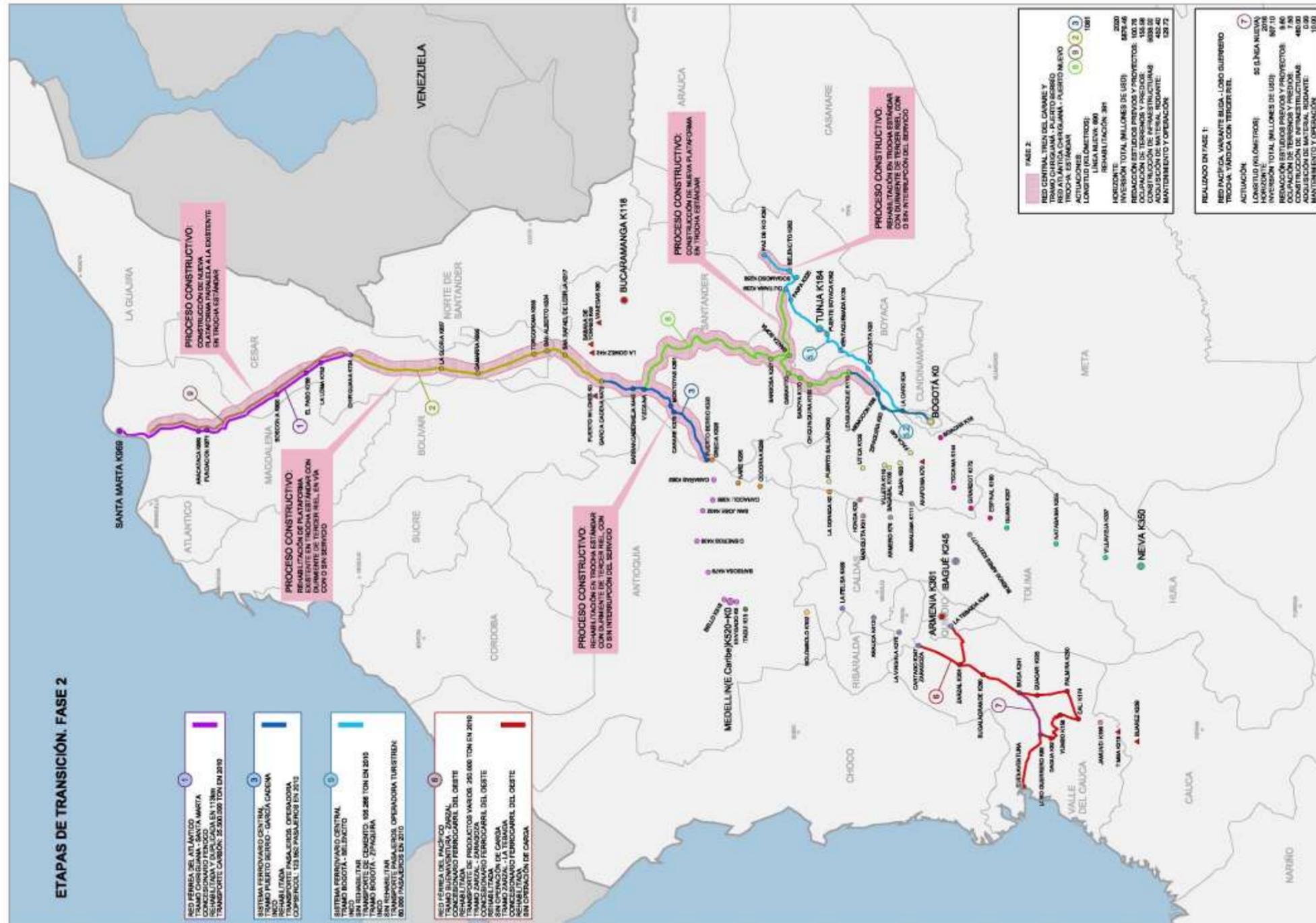
Imagen 5. Fase 1



Fuente: Elaboración propia



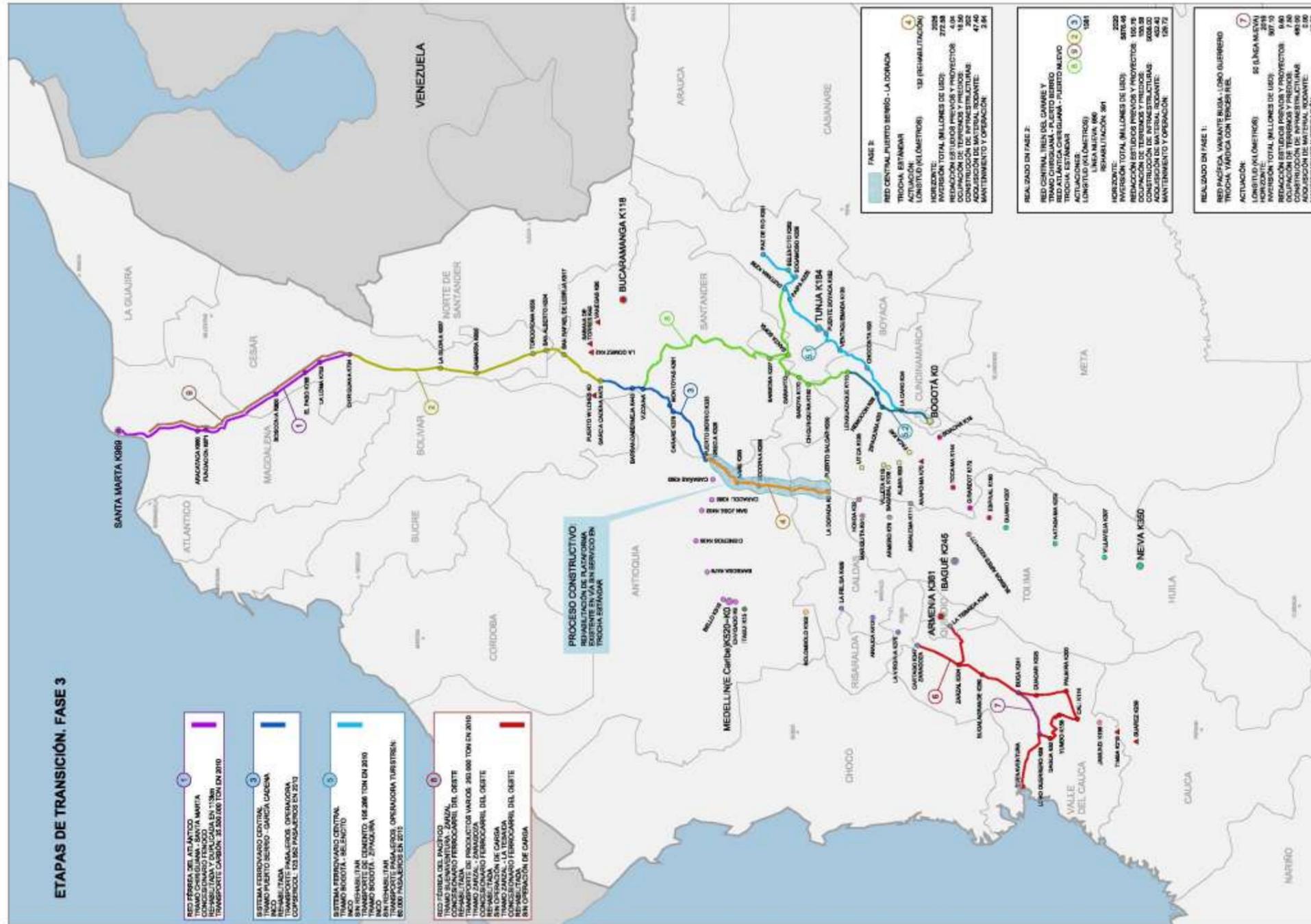
Imagen 6. Fase 2



Fuente: Elaboración propia



Imagen 7. Fase 3



Fuente: Elaboración propia



MINISTERIO DE TRANSPORTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y CONVENIENCIA DEL
CAMBIO DE TROCHA YÁRDICA A TROCHA
ESTÁNDAR Y SUS IMPACTOS EN EL
TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

CONSORCIO EPYPSA-
ARDANUY



Ardanuy

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD

La principal conclusión del estudio de viabilidad del cambio de trocha yárdica a trocha estándar es que la red férrea colombiana precisa de un cambio de trocha a estándar por razones estratégicas, de interoperabilidad con redes ferroviarias de grandes ciudades, de oportunidad de negocio de mercados internacionales y de desarrollo del marco normativo.

Hay que tener en cuenta que el potenciamiento de la red ferroviaria también pasa por la movilidad de viajeros por ferrocarril. Actualmente las gobernaciones locales de Bogotá, Medellín y Cali están apostando por un modo de transporte férreo y moderno. Es por ello que un hito ferroviario significativo sería la conexión ferroviaria de las tres ciudades más importantes del país con tiempos de viaje y costo para el viajero inferiores al modo carretero.

Respecto al tráfico de mercancías, hay que señalar del modo ferroviario, es el modo de transporte terrestre más capaz y menos costoso. Es viable un planteamiento de red con tráficos mixtos de mercancías y viajeros. Para estas redes y para la mejora de la seguridad ferroviaria, se recomienda que la operación del tráfico se centralice en un solo organismo que tenga capacidad de decisión y mando sobre los diversos operadores ferroviarios.

Los proyectos futuros serán construidos en la trocha que se decida para el proyecto que se está estructurando en el momento, y por tanto hay que tener presente que en el tiempo, las necesidades de infraestructura son muy variables de acuerdo a múltiples factores como el desarrollo paralelo de otras infraestructuras de transporte, inversión privada, nuevos tratados de libre comercio, descubrimiento de minas, etc.