PLAN VÍAS-CC:
vías compatibles con el clima

Plan de Adaptación de la Red Vial Primaria de Colombia

MINTRANSPORTE

DNP Departamento Nacional de Planeación

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

INVIAS INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

NGRD Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres Colombia
Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

ESTE PLAN SE HA CONSTRUIDO CON EL APOYO TÉCNICO DE:

Ecología, Economía y Ética

E3 ECOLOGÍA, ECONOMÍA Y ÉTICA
Avenida Calle 82 # 7-22, of. 304, Bogotá D.C, Colombia
Teléfono: (+571) 7498492 Email: info@e3asesorias.com
Claudia Martínez Zuleta
Directora Ejecutiva

EXPERTOS EN TRANSPORTE

GSD PLUS S.A.S.
Carrera 7 # 77-07, of. 202, Bogotá D.C, Colombia
Teléfono: (+571) 3221575 Email: info@gsdplus.com
Fabio Gordillo Restrepo
Director

© Derechos reservados según la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Créditos fotográficos: Ministerio de Transporte, ANI, INVIAS, Fondo Adaptación.
Palabras clave: Red Vial Primaria, Transporte, Adaptación, Cambio Climático, Vulnerabilidad, Desarrollo Compatible con el Clima.
ISBN:
Diseño y diagramación: Natalia Lleras
Impresión:
Se imprime en Bogotá, Colombia, Noviembre 2014.

Climate & Development Knowledge Network

Financiado por: UKaid from the British people

Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands

Este documento es el resultado de un proyecto financiado por el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID por sus siglas en inglés) y la Dirección General de Cooperación Internacional (DGIS) de los Países Bajos en beneficio de los países en desarrollo. No obstante, las opiniones expresadas y la información incluida en el mismo no reflejan necesariamente los puntos de vista o no son las aprobadas por el DFID o la DGIS, que no podrán hacerse responsables de dichas opiniones o información o por la confianza depositada en ellas. Esta publicación ha sido elaborada sólo como guía general en materias de interés, y no constituye asesoramiento profesional. Usted no debe actuar en base a la información contenida en esta publicación sin obtener un asesoramiento profesional específico. No se ofrece ninguna representación ni garantía (ni explícita ni implícitamente) en cuanto a la exactitud o integridad de la información contenida en esta publicación, y, en la medida permitida por la ley, las entidades que gestionan la aplicación de la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN) no aceptan ni asumen responsabilidad, obligación o deber de diligencia alguno por las consecuencias de que usted o cualquier otra persona actúe o se abstenga de actuar, basándose en la información contenida en esta publicación o por cualquier decisión basada en la misma. La gestión de la aplicación de CDKN es llevada a cabo por PricewaterhouseCoopers LLP y una alianza de organizaciones que incluyen al Overseas Development Institute, la Fundación Futuro Latinoamericano, LEAD International, LEAD Pakistan y SouthSouthNorth.

PLAN VÍAS-CC:
vías compatibles con el clima

Plan de Adaptación de la Red Vial Primaria de Colombia

MINTRANSPORTE

DNP Departamento Nacional de Planeación

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

INVIAS INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

NGRD Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres Colombia
Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

Directivos

Ministerio de Transporte
Natalia Abello Vives
Ministra
Carlos Alberto García Montes
Viceministro de Infraestructura
Juan David Barahona
Director de Infraestructura

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS
Gabriel Vallejo López
Ministro
Pablo Vieira Samper
Viceministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Rodrigo Suárez Castaño
Director de Cambio Climático

Departamento Nacional de Planeación - DNP
Simón Gaviria Muñoz
Director General
Alexander Martínez Montero
Subdirector de Desarrollo Ambiental Sostenible
Dimitri Zaninovich Victoria
Director de Infraestructura y Energía Sostenible

Instituto Nacional de Vías - INVIAS
Leonidas Narváez Morales
Director General
Juan Carlos Restrepo Mejia
Director Técnico
Nohora Gómez Roa
Subdirectora de Estudios e Innovación
Julio César Jaramillo Montoya
Subdirector de Prevención y Atención de Emergencias
María Sandy Bravo Horta
Subdirectora de Medio Ambiente y Gestión Social

Agencia Nacional de Infraestructura - ANI
Luis Fernando Andrade Moreno
Presidente
Camilo Mendoza Rozo
Vicepresidente de planeación, riesgos y entorno
Oscar L. Rosero Jimenez
Gerente de Proyectos
Silvia Urbina Restrepo
Gerente de Proyectos

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
Omar Franco Torres
Director General
Max Alberto Toro Bustillo
Subdirector (E) de Estudios Ambientales

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD
Carlos Iván Márquez Pérez
Director General

Climate & Development Knowledge Network - CDKN
Consuelo Espinosa
Directora Regional Latinoamérica y el Caribe
Claudia Martínez Zuleta
Representante CDKN Colombia

Comité Interinstitucional de Cambio Climático

Ministerio de Transporte
Magda Constanza Buitrago Ríos
Viceministerio de Infraestructura

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS
Diana Catalina Quintero Pinzón
Dirección de Cambio Climático

Departamento Nacional de Planeación – DNP
Diana Hernández Gaona
Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible
Norma Liliana Castellanos Coy
Subdirección de Transporte

Instituto Nacional de Vías - INVIAS
Maria Cecilia Alsina
Subdirección de Estudios e Innovación

María de los Ángeles Ospina Parra
Ángela María Cárdenas Fonseca
Nancy Velasquez Osorio
Subdirección de Prevención y Atención de Emergencias
Sandra Liliana Novoa
Subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social

Agencia Nacional de Infraestructura – ANI
Jimmy David Suárez Urrego
Grupo Interno de Trabajo de Riesgos

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
Vicky Guerrero Barrios
Grupo Cambio Global

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD
María Angélica Arenas
Yaklan Andrea Zapata Gómez
Subdirección de Reducción del Riesgo
Marcela Bibiana Guerrero Rojas
Subdirección de Conocimiento del Riesgo

Equipo de Trabajo

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS
Diana Catalina Quintero Pinzón
Asesora
Adriana Carolina Cortés Cardona
Coordinadora de Adaptación

CDKN Colombia
Claudia Martínez Zuleta
Representante CDKN Colombia
Liliana Ramos Sánchez
Gerente de Proyectos
Mathieu Lacoste
Coordinador de Comunicaciones

GSD Plus S.A.S.
Fabio Gordillo Restrepo
Director/Experto en Infraestructura y Transporte
Felipe Forero
Experto en Cambio Climático
Paula Rodríguez
Asesora en Cambio Climático
Juan Pablo Forero Molano
Profesional de Apoyo

Agradecimientos

Agencia Nacional de Infraestructura – ANI
Silvia Urbina Restrepo, Jorge Yaya, Jaime Ortiz

CDKN
Alison Cambray

Fondo Adaptación
Alfredo Martínez Delgadillo, Orlando Santiago Cely

Ministerio de Transporte
Juan de Dios Cisneros

Instituto Nacional de Vías - INVIAS
Dirección Técnica
Fredy Devinson Sierra
Subdirección de Estudios e Innovación
Saúl Becerra, Alfonso Montejo
Subdirección de Prevención y Atención de Emergencias
Augusto Scorcia Vargas, Max Rojas Torres
Subdirección de Red Nacional
Martha Otálora

Listado de Siglas y Abreviaturas

1G, 2G, 3G, 4G Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Generación de concesiones viales, respectivamente

ANI Agencia Nacional de Infraestructura (antes INCO)

ANM Ascenso del Nivel del Mar

ANLA Agencia Nacional de Licencias Ambientales

CAR Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible

CC Cambio Climático

CDKN Alianza Clima y Desarrollo (Climate and Development Knowledge Network)

CH Fondo de Calamidades – Subcuenta Colombia Humanitaria

COP Pesos Colombianos

DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DNP Departamento Nacional de Planeación

EIECC Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia

FA Fondo Adaptación

GCC-MT Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi

INCO Instituto Nacional de Concesiones

INVEMAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

INVIAS Instituto Nacional de Vías

IPCC Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)

MADS Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MCIT Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

MHCP Ministerio de Hacienda y Crédito Público

NAMA Acciones Nacionales de Mitigación Apropiadas (National Appropriate Mitigation Action)

Pax Pasajeros

POMCA Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca

RVP Red Vial Primaria

SGC Servicio Geológico Colombiano

SICE-TAC Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga

SINA Sistema Nacional Ambiental

SVP Sistema Vial Primario

Ton Toneladas

TPD Tráfico Promedio Diario

UNGRD Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

UPIT Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte

WSDOT Departamento de Transporte del Estado de Washington (Washington State Department of Transport)

Prólogo

La infraestructura de transporte es un medio para facilitar la entrega de bienes y servicios que promuevan la prosperidad y el crecimiento económico del país, así como la movilidad y el desplazamiento de las personas, por lo cual debemos disponer de una infraestructura confiable y segura.

Para tal efecto, el Gobierno Nacional viene desarrollando una serie de acciones estratégicas orientadas al fortalecimiento de la infraestructura vial primaria, entre las cuales se encuentra la estructuración del Programa más ambicioso de la historia del país, en cuanto a concesiones viales - 4G. Este programa contempla la construcción, la ampliación y la modernización de los principales corredores viales de carga de comercio exterior, que conectan los principales centros de producción y consumo con los puertos marítimos, aeropuertos y pasos de frontera.

En la ejecución de este programa debemos tener presente situaciones como la que nos mostró el fenómeno de La Niña 2010-2011, que nos ilustró claramente cómo el desarrollo de la infraestructura vial debe incorporar estrategias efectivas para afrontar los retos que imponen la variabilidad climática y el cambio climático. En ese periodo, 1.133 puntos de la red vial presentaron fallas.

A futuro las proyecciones climáticas del IDEAM permiten anticipar en el país un escenario climático cambiante tanto en el volumen de precipitaciones como en el aumento en la temperatura superior a 1°C para el año 2040. En este escenario, el Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia – EIECC (BID-DNP, 2014), encontró que, de no hacerse nada, se debe esperar una reducción anual del 5,9% en la disponibilidad de la red vial, es decir tendríamos 21 días de cierres al año relacionados con deslizamientos debido al aumento de las precipitaciones. Esto, representaría un enorme costo económico y social para el país, por lo cual la única opción y lo más rentable es estar preparados incluyendo la dimensión climática en el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura vial.

Por esa misma razón, es primordial para un país tan diverso geográfica y climáticamente como Colombia, contar con vías capaces de soportar grandes lluvias o sequias, así como el aumento del nivel del mar y de otros cuerpos de agua. Una infraestructura vial bien planificada, diseñada y mantenida es sinónimo de competitividad, crecimiento y desarrollo.

En este contexto nos complace presentar el primer Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Red Vial Primaria de Colombia "Plan VÍAS-CC: vías compatibles con el clima", que busca plantear soluciones específicas a los retos y oportunidades del desarrollo compatible con el clima. Nuestra intención es entender las variables que afectan nuestras vías, la capacidad que tenemos como sector para adaptarnos e identificar las acciones necesarias para poder garantizar vías estables, duraderas y adaptadas al clima del futuro.

El Plan VÍAS-CC presenta las medidas concretas que deben emprender las diversas entidades que integran el sector para integrar las variables climáticas desde la planificación hasta la operación de la red vial.

Lo anterior plantea la necesidad de contar en nuestras instituciones con gente capacitada en el tema, razón por la cual debemos preparar y capacitar a nuestros funcionarios y contratistas. Además, debemos organizar y sistematizar la información disponible para mejorar la toma de decisiones y consolidar metodologías de planificación y construcción innovadoras.

Colombia le está apostando a cerrar la brecha en términos de infraestructura vial. Tenemos la gran oportunidad de hacerlo de manera innovadora, entendiendo los retos y oportunidades del clima del futuro, para lo cual contamos con este plan que deberá ser tenido en cuenta para la toma de decisiones por parte de todos los involucrados en el sector de transporte, trabajando todos unidos por el mismo objetivo. Colombia tiene así la oportunidad de mostrarle al mundo sus avances en generación de infraestructura climáticamente inteligente.

Tabla de contenido

1. Introducción 1

2. La importancia estratégica de la infraestructura vial nacional para el desarrollo de Colombia 4

3. Las vías ante el clima presente y futuro 10

4. El cambio climático: retos y oportunidades para el sector vial 16

5. Estrategia de adaptación de la RVP 20

6. Financiamiento del Plan VÍAS-CC 56

7. Mensajes finales 59

Bibliografía 62

Glosario 64

Anexos 65

1. Introducción

Colombia es uno de los países más vulnerables al cambio climático del mundo por su condición tropical, por su diversidad geográfica y ecosistémica y también por las condiciones socioeconómicas. Aunque el país no es uno de los grandes emisores de gases efecto invernadero si recibe las consecuencias de los grandes cambios del clima representado en las variaciones en temperatura y precipitación. Consciente de este gran reto, el país le apuesta hoy a generar planes sectoriales y territoriales para afrontar las variaciones del clima futuro como parte de su Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático–PNACC.

El sector transporte ha sufrido las consecuencias del clima en diversas oportunidades. En el 2010 y 2011, las grandes lluvias que sacudieron al país fueron un gran llamado de atención para revisar la red vial existente y empezar a pensar en la manera de planificar y construir las vías futuras.

En este contexto, el sector transporte decidió emprender la ruta para desarrollar su Plan de Adaptación al Cambio Climático con el apoyo de la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN).

Para desarrollar el "Plan VÍAS-CC: vías compatibles con el clima" se ha elaborado un diagnóstico general de los temas que generan amenazas, riesgos y oportunidades en materia de cambio climático para el sector. Para esto, se ha conformado un Comité Interinstitucional de Cambio Climático del sector transporte liderado por el viceministerio de infraestructura del Ministerio de Transporte (MT), que cuenta con la participación de INVIAS, ANI, DNP, MADS, IDEAM, la UNGRD y CDKN. Asimismo, se han desarrollado talleres y reuniones con entidades públicas y privadas del sector, analizando los temas más importantes a tener en cuenta para generar una estrategia que permita adaptar al sector.

El Plan VÍAS-CC empieza por dar un contexto general del sector vial primario y su relación con el clima y el cambio climático. Uno de los principales retos que enfrenta el sector tiene que ver con que a pesar de la estrecha relación que ha existido siempre entre el clima y el diseño de la infraestructura vial, el clima está cambiando rápidamente y los datos climáticos históricos con los que fueron diseñadas las vías no corresponden al nuevo clima.

El cambio climático genera que los eventos climáticos sean cada vez más extremos y frecuentes haciendo necesario incorporar esos nuevos datos del clima cambiante en los diseños de las nuevas vías y en el mantenimiento de las actuales. Si las vías se siguen diseñando con los datos históricos, difícilmente resistirán a eventos climáticos extremos para las que no fueron diseñadas.

Para que la infraestructura vial sea resiliente ante el cambio climático, es necesario incluir las proyecciones climáticas en el diseño de las vías nuevas y en el diseño de las obras de mantenimiento de las vías actuales.

El Plan VÍAS-CC define la ruta crítica por medio de la cual el sector logrará implementar medidas de adaptación que le permitan hacer frente a las amenazas relacionadas con cambio climático. Se evaluará la Vulnerabilidad y el Riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático de la Red Vial Primaria para identificar medidas de adaptación preventivas.

Foto: Invias

Para esto se plantea generar un Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo asociado a estos fenómenos como punto de partida el cual permitirá identificar y priorizar los tramos viales más vulnerables y que están expuestos a un mayor riesgo.

Se escogerán algunos de los tramos más vulnerables para realizar los primeros análisis a escala de tramo vial por medio de modelaciones. Las modelaciones permitirán identificar las medidas de adaptación más eficientes dependiendo de las características del tramo. A estos primeros tramos analizados se les denominará estudios piloto. Se plantea realizar 5 estudios piloto iniciales que representen las diferentes regiones geográficas del país.

Con la información obtenida de los estudios piloto se desarrollarán metodologías estandarizadas para cada zona geográfica. Por medio de estas será posible replicar el análisis a todos los tramos vulnerables y así establecer las medidas de adaptación específicas para cada tramo vial priorizado. Estas metodologías se sistematizarán y se plasmarán en una Guía Nacional para la Adaptación Vial para la identificación de medidas de adaptación.

Para garantizar que la Guía sea útil para analizar cualquier tramo vial vulnerable, será necesario que los tramos en los que se realizarán los estudios piloto, sean escogidos cuidadosamente para que representen las distintas características geográficas del país e incluyan las amenazas hidrometeorológicos más recurrentes para la red vial primaria. De esta forma, al analizar un nuevo tramo vial vulnerable, será posible identificar la metodología propuesta que más se asemeje al tramo analizado durante los estudios piloto.

Una vez implementados los estudios piloto y generada la Guía, será posible replicar el análisis a todos los tramos que lo requieran por presentar una vulnerabilidad y riesgo alto.

Complementando las acciones que permitirán al sector identificar e implementar las medidas de adaptación requeridas, se establecen acciones transversales que articulan y soportan el Plan. Estas se relacionan con la innovación en los procesos, la información, el fortalecimiento de la capacidad institucional, la sensibilización, la divulgación y la capacitación en temas de cambio climático y adaptación, así como la actualización normativa.

Dentro del fortalecimiento de la capacidad institucional, se plantea la creación de un Grupo de Cambio Climático dentro del Ministerio de Transporte que articule a los distintos actores del sector y se encargue de la actualización, evaluación y monitoreo del Plan así como de la administración de los sistemas de información y en general de la implementación del Plan. La constante actualización de las acciones del Plan, generará un proceso dinámico que producirá información de más tramos vulnerables analizados lo cual traerá a su vez medidas de adaptación más efectivas.

Dentro de estas acciones transversales se centralizará la información vial en un solo sistema de información disponible para todos los actores relacionados con el Plan. Este sistema soportará el Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo del sector y permitirá además desarrollar análisis que faciliten la toma de decisiones, la articulación de procesos, la gestión de la información, la implementación de otras medidas

transversales, la creación del sistema de monitoreo y evaluación y la disponibilidad de información de procesos y soluciones innovadoras.

La articulación y participación de las distintas entidades del sector en el establecimiento de las medidas de adaptación planteadas, permitirá que se contemplen no solamente obras de infraestructura sino también la incorporación de las variables climáticas desde la planificación y el diseño de la infraestructura vial.

Este proceso le permitirá al sector pasar de acciones reactivas generalmente costosas a acciones preventivas que van desde la incorporación de las nuevas variables climáticas en la planificación y el diseño hasta acciones de mantenimiento de la infraestructura existente anticipándose a los retos del clima del futuro de manera más costo efectiva e innovadora.

En cuanto al aspecto de financiación del Plan, este se limita a la inversión requerida para llevar a cabo las acciones plasmadas en él. No incluye los costos asociados a las medidas de adaptación que resultarán del mismo ya que éstas se identificarán una vez se haga el análisis de vulnerabilidad de cada tramo vial.

Sin embargo, generar vías adaptadas no será más costoso para la nación en el largo plazo. Tanto las medidas duras como el manejo de taludes y drenajes, como las medidas más blandas que en su conjunto impulsen vías que realmente sean duraderas y resilientes, ahorrarán los costos de rehacer las vías en el futuro.

Las experiencias internacionales demuestran que las naciones, ciudades y sectores que han empezado a tratar este tema como prioritario, lo asumen de manera habitual en todas sus acciones. El cambio climático no es un tema exclusivo del sector ambiental. Al contrario, es un tema que está cambiando la manera de entender el desarrollo.

Para efectos prácticos y de orientación en el proceso de adaptación, cada eje del Plan VÍAS-CC se acompaña de fichas técnicas. El Ministerio de Transporte (y luego el Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte) con el apoyo de sus aliados estratégicos, se encargará de conceptualizar, desarrollar e implementar cada una de esas fichas de manera precisa, generando los instrumentos y propiciando los escenarios adecuados para su efectiva implementación.

En este sentido, el presente Plan crea una ruta y acciones para los próximos cinco (5) años y cuenta con su propio sistema de monitoreo, el cual está plasmado en indicadores específicos a nivel de los distintos ejes estratégicos del Plan. Puesto que la adaptación es un proceso dinámico y de aprendizaje que requiere flexibilidad y adaptabilidad, se establece que el Plan VÍAS-CC se revisará y actualizará cada cinco (5) años. De esta forma, el Plan se convierte en una herramienta continua de innovación para la adaptación vial que impulsa la competitividad del país hoy y a largo plazo, contribuyendo a integrar la gestión del cambio climático, la gestión ambiental y la gestión del riesgo para garantizar la sostenibilidad del desarrollo del sector y del país.

2. La importancia estratégica de la infraestructura vial nacional para el desarrollo de Colombia

2.1 Rol preponderante de las vías para conectar los polos de desarrollo

La red vial primaria (RVP) está conformada por las carreteras que integran las principales zonas de producción y consumo del país, conectándolas con los demás países, con los puertos y aeropuertos de nivel nacional e internacional[1].

El desarrollo vial durante el siglo XX, estuvo marcado por la construcción de rutas de transporte escogidas en función de la ubicación de los centros de demanda y de los principales asentamientos poblacionales, obligando la construcción de vías a media ladera, a alturas considerables sobre el nivel del mar, con difíciles condiciones de acceso, olvidando los corredores naturales[2].

Colombia, a diferencia de muchos países, cuenta con un importante número de centros urbanos y productivos en la parte central del territorio sobre la Cordillera de los Andes, lejos de los accesos marítimos del Océano Pacífico y del Mar Caribe.

Estas particularidades del desarrollo poblacional y productivo han representado un gran reto en infraestructura para conectar el centro del territorio con los puertos marítimos teniendo en cuenta que a través de estos se moviliza no sólo un significativo número de pasajeros, sino también gran parte de la producción nacional que se exporta y los bienes importados al país para su consumo interno.

Por esto, explica la importancia que tiene la RVP no sólo para el desarrollo económico sino también para la reducción de la pobreza en Colombia. Adicionalmente, la infraestructura vial permite y facilita el acceso a servicios sociales y de educación, por lo cual se destaca como uno de los principales instrumentos de política para impulsar el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida, lo que en un contexto de cambio climático es crucial para hablar de un desarrollo vial sostenible.

En Colombia, el modo de transporte más representativo dentro del total de movilización de carga es el carretero. Para el año 2013 representó el 73.2% de participación del movimiento de carga nacional, siendo este un comportamiento que se ha mantenido relativamente estable desde el año 2004. Así mismo, en el año 2013 se movilizaron cerca de 220 millones de toneladas por el modo carretero, lo que refleja un crecimiento estimado del 10.5% respecto al año anterior y una consolidación de este modo como soporte de actividades productivas y de la dinamización de la economía del país.

De igual manera, el modo carretero predomina en el transporte de pasajeros nacionales, seguido del modo aéreo. Particularmente para el año 2013, mediante el modo carretero se movilizó más del 88% de los pasajeros (Gráfica 1).

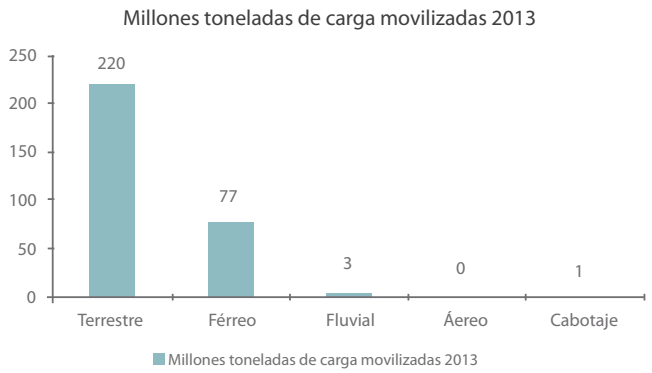
Es debido a la importancia y representatividad de este modo, que el sector transporte ha decidido comenzar a formular su plan sectorial de adaptación al cambio climático para la red vial primaria.

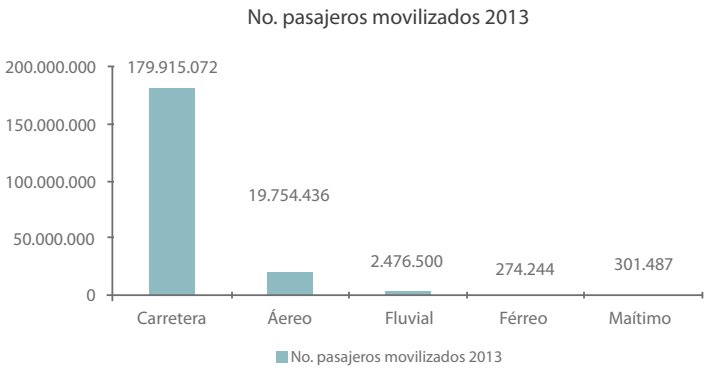
En este capítulo se abordará, en primer lugar, un diagnóstico general de la red primaria. También se describirán de manera muy breve, las principales

1 Resolución 1240 de 2013 del Ministerio de Transporte.

2 Pachón, Álvaro; Ramírez, María Teresa, La infraestructura de transporte en Colombia durante el siglo XX: una descripción desde el punto de vista económico", en imprenta, ed. FCE-BR, Bogotá, 2005.

Gráfica 1. Distribución de la movilización de carga y pasajeros por modo de transporte





Fuente: elaboración propia con base en Información Anuario Estadístico 2013 - Ministerio de Transporte.

amenazas y riesgos a los cuales está expuesta la red asociados a efectos del cambio climático. Luego se mencionarán las principales apuestas estratégicas del sector para el futuro.

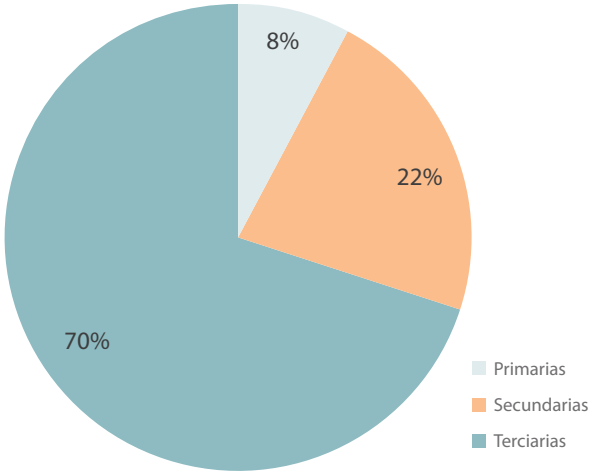
2.2 Caracterización de la red vial primaria de Colombia

De acuerdo con las cifras del Ministerio de Transporte de 2013[3], la infraestructura vial de Colombia tiene una longitud aproximada de 203.392 Km, de los cuales el 8% (17.342Km) corresponden a red vial primaria, 22% (44.399 Km) a la red vial secundaria, 70% (141.955 Km) a la red vial terciaria (Gráfica 2).

El 68% de la red vial primaria se encuentra a cargo del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, otro 30% de la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI – y el restante 2%, se encuentran bajo responsabilidad de los departamentos, a través del sistema de concesiones. En la figura 1 se puede observar el kilometraje a cargo de cada entidad.

Debido a la configuración geográfica de Colombia, su sistema de carreteras se ha consolidado parcialmente

Gráfica 2. Distribución porcentual por categoría de la red de carreteras en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en Información Anuario Estadístico 2013 - Ministerio de Transporte.

a través de las vías troncales que recorren el país en el eje norte-sur, haciendo que exista una alta concentración de infraestructura vial a lo largo de la región andina y la región caribe. Eso contrasta con un amplio margen del territorio nacional que se

Figura 1. Distribución de la red primaria en kiómetros según entidades responsables

Primarias	Concesionado - ANI	5.202
	No Concesionado - INVIAS	11.835
	Concesionado - Departamentos	305
	Subtotal	17.342

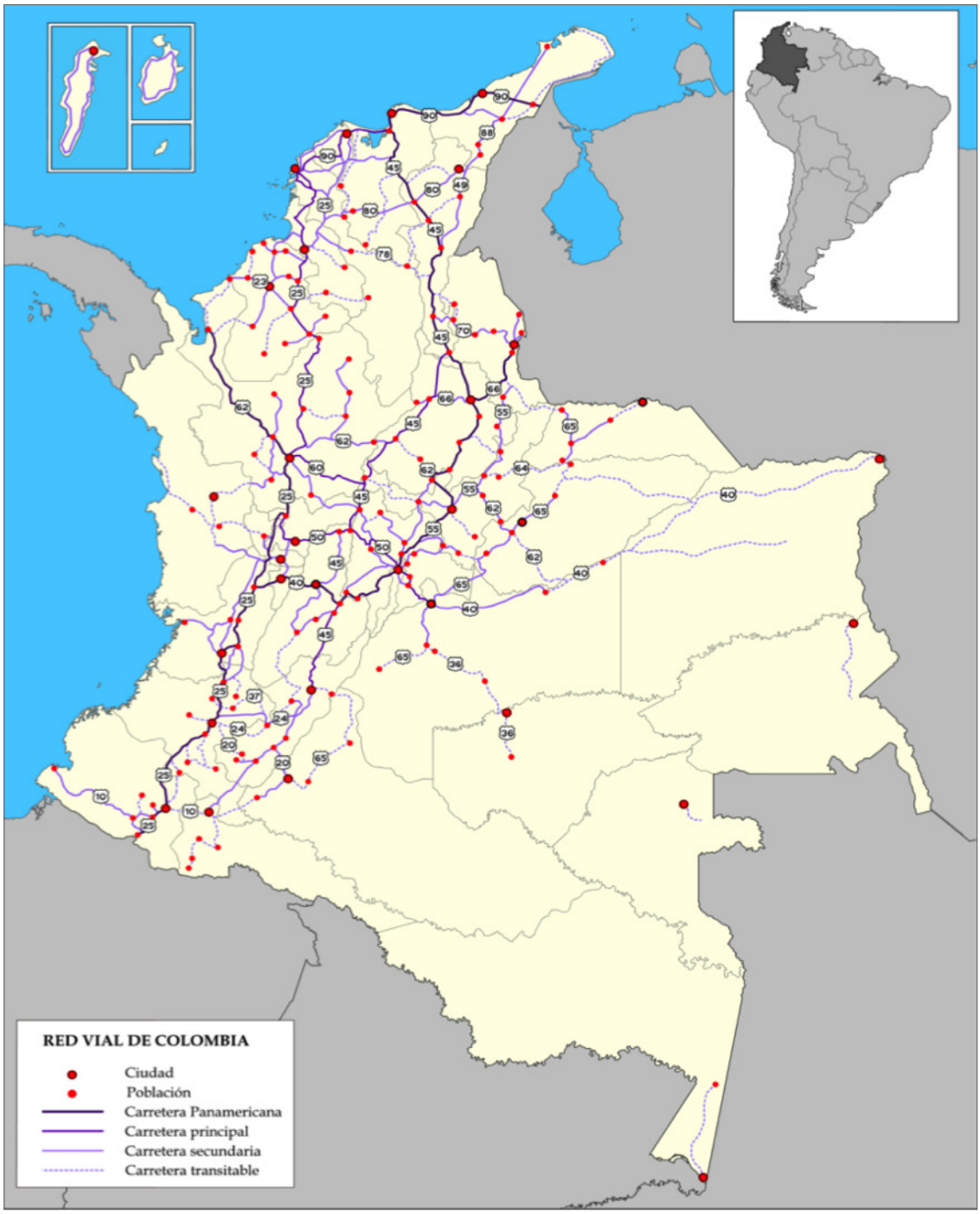
Fuente: elaboración propia con base en Información Anuario Estadístico 2013 - Ministerio de Transporte

3 Transporte en cifras 2013. Ministerio de Transporte.

encuentra aislado sin participación del desarrollo vial del país (Mapa 1).

Las condiciones de estado, capacidad y nivel de servicio que ofrecen las vías no son uniformes a lo largo de estos corredores: según el informe del estado de la red suministrado por el Ministerio de Transporte[4], el 51% de la red pavimentada se encuentra en buen estado, el 27% en regular y 22% en malo; en la red en afirmado, sólo el 11% se encuentra en buen estado, un 33% en regular y el 56% entre malo y muy malo (Gráfica 3).

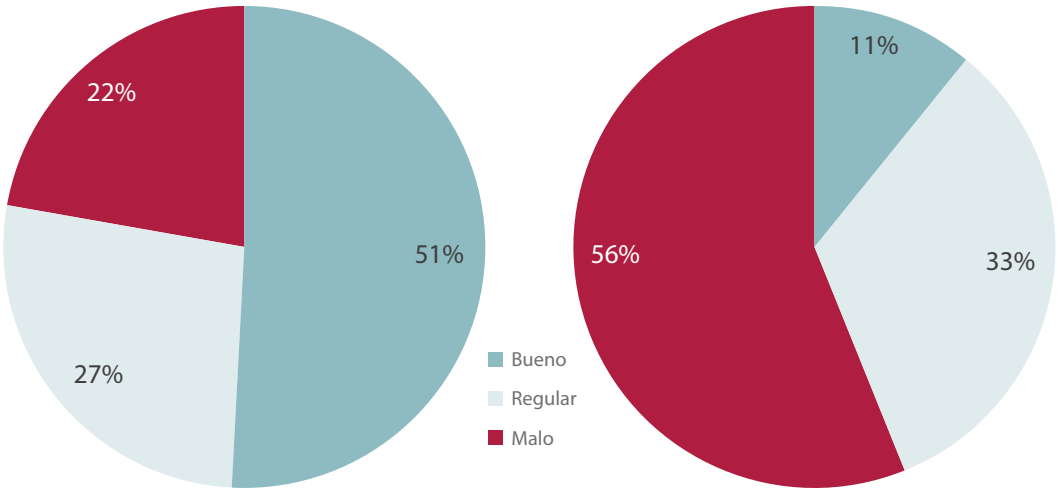
Mapa 1. Red Carretera en Colombia



Fuente: Ministerio de Transporte.

4 Transporte en cifras 2013. Ministerio de Transporte.

Gráfica 3. Estado de la Red a cargo del INVÍAS



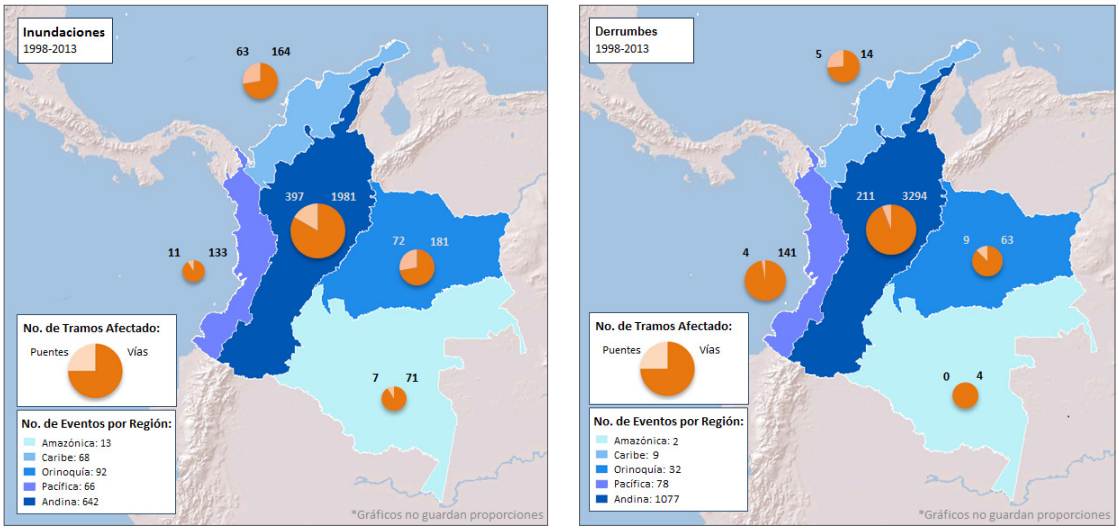
Fuente: elaboración propia con base en Información Anuario Estadístico 2013 - Ministerio de Transporte.

2.3 La red vial primaria es vulnerable a la variabilidad y el cambio climático

La experiencia señala que esta red se encuentra expuesta a varios tipos de riesgos asociados a la variabilidad climática y que los impactos negativos se agravan debido al cambio climático. Por ejemplo, los eventos de precipitaciones fuertes resultan en inundaciones y derrumbes. El aumento del nivel del mar además de causar inundaciones, induce procesos erosivos en carreteras costeras. De igual forma, los cambios bruscos en las temperaturas ocasionan cambios en la vegetación circundante a las carreteras, disminuyendo o modificando los ciclos de la vegetación que se usa para control de erosión y/o aumentando la presencia de especies acuáticas que inciden negativamente en el comportamiento de los pavimentos[5].

De acuerdo con la información de la UNGRD, el histórico de deslizamientos y derrumbes que generaron afectaciones sobre la red vial, afectó principalmente a la región Andina, seguida de la región Caribe y Orinoquía, mientras que las menos afectadas fueron las regiones Pacífica y Amazónica (esta situación se debe también a las menor densidad de la red vial en esas regiones). Un comportamiento parecido se observa a través del histórico de afectaciones en las carreteras ocasionadas por inundaciones (Mapa 2)[6].

Mapa 2. Afectaciones en carreteras y puentes por inundaciones y derrumbes



Fuente: documento de visión "Cambio Climático y Sector Vial en Colombia", 2013.

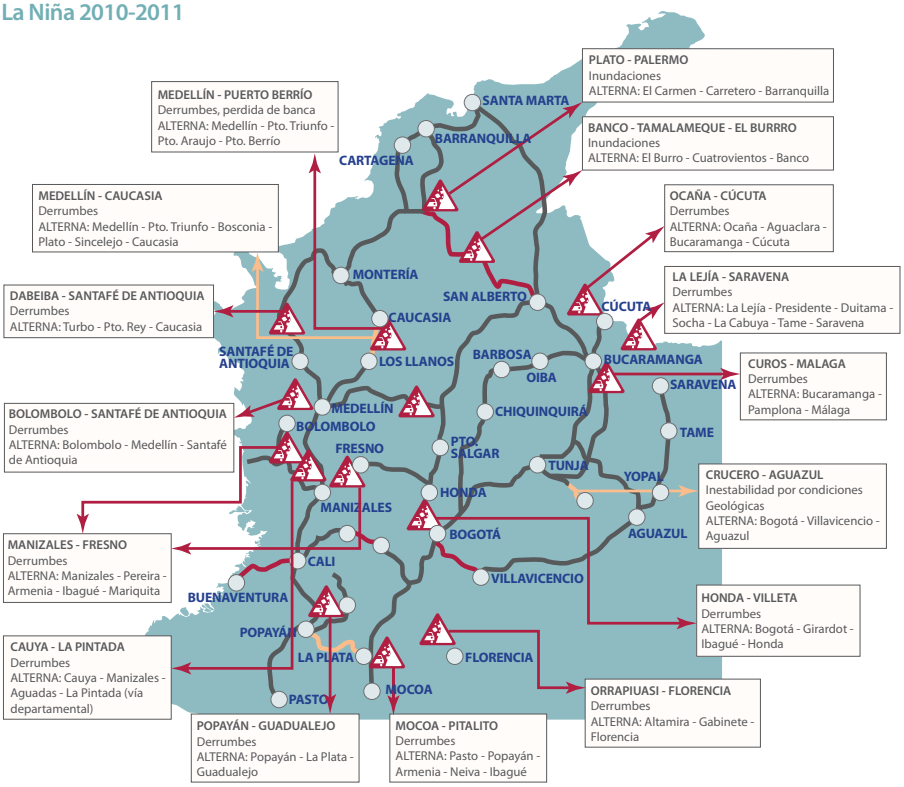
5 Documento de Visión "Cambio Climático y Sector Vial en Colombia", 2013.
6 IDEM.

En complemento de lo anterior, la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático ha establecido una relación entre la ocurrencia mensual del número de procesos de remoción en masa y la distribución mensual de la precipitación. De igual forma, el documento señala que existe una relación entre el número de eventos de deslizamientos reportados y los fenómenos El Niño y La Niña.

Adicionalmente, con ocasión del fenómeno de la Niña 2010-2011, el Ministerio de Transporte a través del INVIAS[7] realizó una primera identificación de los sitios de mayor vulnerabilidad, donde la afectación por deslizamientos y derrumbes se consideró frecuente (Mapa 3) y el transporte de carga se vio afectado de forma significativa.

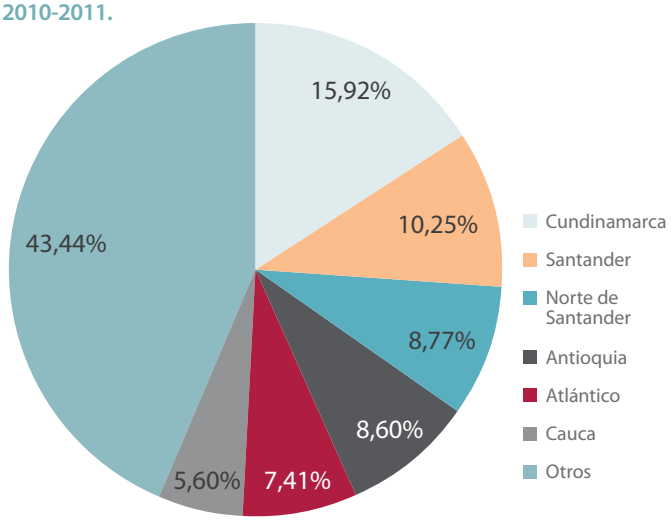
Los cierres y desvíos causaron pérdidas de alrededor de US$222 millones, siendo los departamentos que aparecen en la gráfica 4 los que sufrieron las mayores pérdidas en el transporte de carga, concentrando pérdidas superiores al 56%.

Mapa 3. Sitios críticos recurrentes identificados por el INVIAS, durante el fenómeno de La Niña 2010-2011



Fuente: elaboración propia con base en información subministrada por el INVIAS

Gráfica 4. Porcentaje por departamentos de las pérdidas en transporte de carga causadas por el fenómeno de La Niña de 2010-2011.



Fuente: documento de visión "Cambio Climático y Sector Vial en Colombia", 2013.

2.4 El desarrollo vial: una apuesta estratégica para el desarrollo de Colombia

En el "Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para Todos", se resalta que la política de infraestructura de transporte debe enmarcarse en procesos de planificación adecuados, así como en la definición delineamientos en materia de adaptación y mitigación del riesgo frente a desastres naturales; en el desarrollo de programas que respondan y complementen las apuestas productivas y sectoriales; en la adopción de nuevos y mejores mecanismos de financiación; y en la integración y desarrollo regional.

En ese sentido, el Plan Nacional de Desarrollo - PND señala que el impulso a la consolidación de corredores de comercio exterior que conectan los principales centros de producción y consumo con los puertos marítimos, aeropuertos y pasos, fortalece las condiciones de competitividad del país, para lo cual

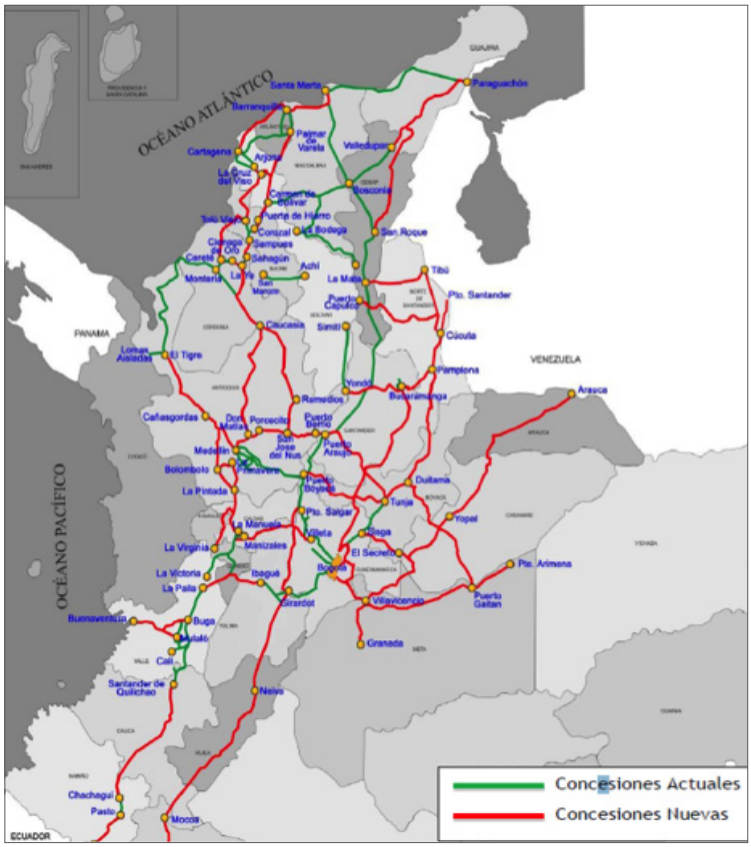
7 Este ejercicio fue apoyado por la Policía de Carreteras.

se estableció otorgar prioridad a la terminación de corredores que permitan la homogeneización de la capacidad vial.

Teniendo en cuenta lo anterior, a través de la ANI, se estructuró el programa de Cuarta Generación de Concesiones (4G), cuyos lineamientos generales se definieron mediante el documento CONPES 3760 de 2013. Esos se basan en los siguientes componentes: estructuración eficaz para la aceleración de la inversión en infraestructura; procesos de selección que promuevan participación con transparencia; gestión contractual enfocada a resultados; y distribución de riesgos en el programa. En este documento se definieron también los grupos y corredores que hacen parte del programa (Mapa 4).

En complemento de lo anterior, el PND establece que, con el propósito de mejorar la conectividad transversal de la configuración vial del país, se adelante el programa Corredores Prioritarios para la Prosperidad, con el cual se busca articular los corredores troncales, facilitar la conectividad y garantizar la accesibilidad regional (Mapa 5).

Mapa 4. Cuarta Generación de Concesiones

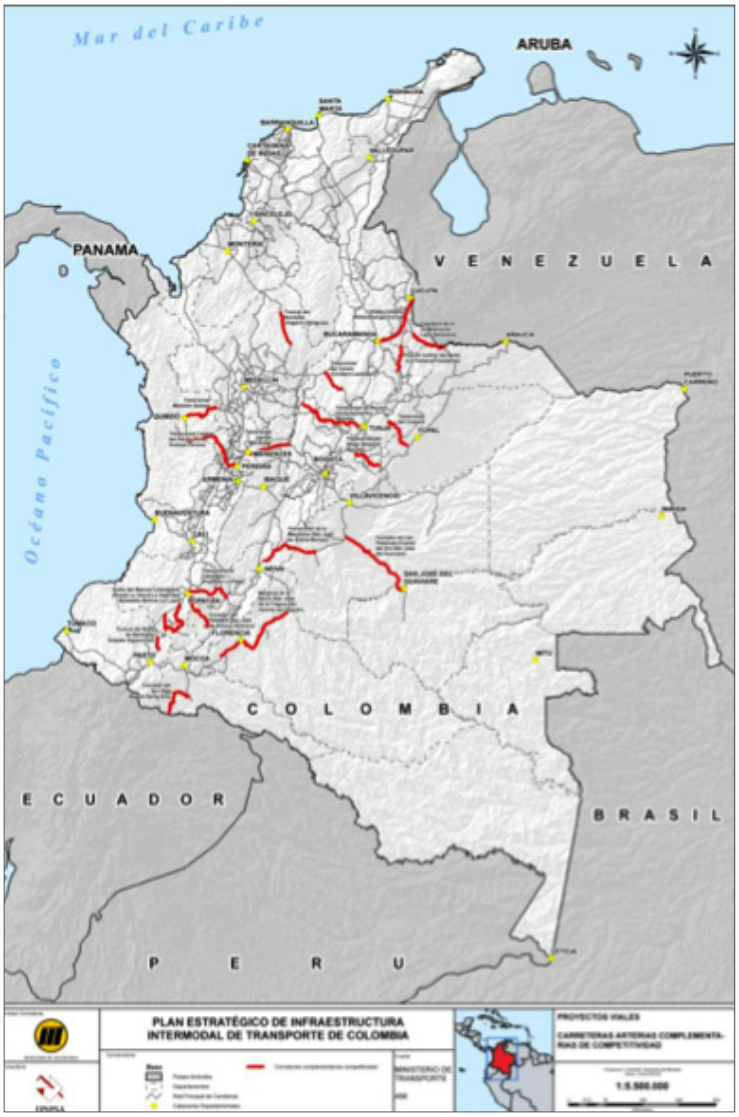


Fuente: CONPES 3760 de 2013

Finalmente para el cuatrienio 2014 – 2018, se tienen previsto desarrollar el Programa de Mantenimiento Vial Sostenible, orientado a mejorar las condiciones de transitabilidad, seguridad y nivel de servicio de las vías pavimentadas de la red vial primaria a cargo del INVIAS, asegurando la intervención permanente en el tiempo, en periodos que pueden ser de 8 años, concentrando la mayor inversión en los tres primeros años, para disminuir costos en los años posteriores.

Todas estas inversiones apuntan a consolidar una red vial articulada y eficiente que, con adecuados niveles de servicio y de capacidad, facilite la movilidad de pasajeros y carga para contribuir al logro de una mayor competitividad y productividad de las regiones y del país.

Mapa 5. Corredores Prioritarios para la Prosperidad



Fuente: Ministerio de Transporte

3. Las vías ante el clima presente y futuro

Debido a su posición geográfica, Colombia se caracteriza por ser un país con alta variabilidad climática reflejada en periodos de lluvia y periodos secos que se alternan. Esta variabilidad está influenciada por la zona de confluencia intertropical, por la Oscilación del Sur (El Niño/La Niña), por la Cordillera de los Andes y por una biodiversidad ecosistémica particular y heterogénea.

Adicional a la variabilidad climática inherente de nuestro territorio, el país también ha experimentado en los últimos años un aumento tanto en la frecuencia, como en la intensidad y en la duración de los eventos climáticos extremos.

Un antecedente sobre los riesgos y los posibles impactos que pueden representar estos eventos para el sector y de la forma en que éste lo ha abordado, se presenta el caso del fenómeno de La Niña 2010-2011.

3.1 Impactos del fenómeno de La Niña 2010-2011

Como consecuencia del aumento sustancial en los niveles de precipitación, Colombia tuvo pérdidas y daños sobre la infraestructura vial nacional que le representaron al sector transporte más de 3.23 billones de pesos en daños, de los cuales 1.38 billones corresponden a la RVP[8]. Esto trajo restricciones a la conectividad terrestre nacional e impactos subsecuentes a sectores claves de la economía. Las figuras 2 y 3 muestran la magnitud de daño ocasionado por fenómeno de La Niña 2010-2011 en algunas de las vías nacionales.

Figura 2. Daño causado a la Vía Cúcuta – Pamplona por el fenómeno de La Niña 2010/2011

Durante la inundación de 2010-2011 ocasionada por el fenómeno de La Niña se afectaron más de 1.600 kilómetros de infraestructura vial, equivalentes al 9,7% de la red primaria, y al 0,9% de la red concesionada; también se vieron impactados 92 puentes de la red nacional, y se requirió la rehabilitación de más de 53 tramos viales nacionales.*

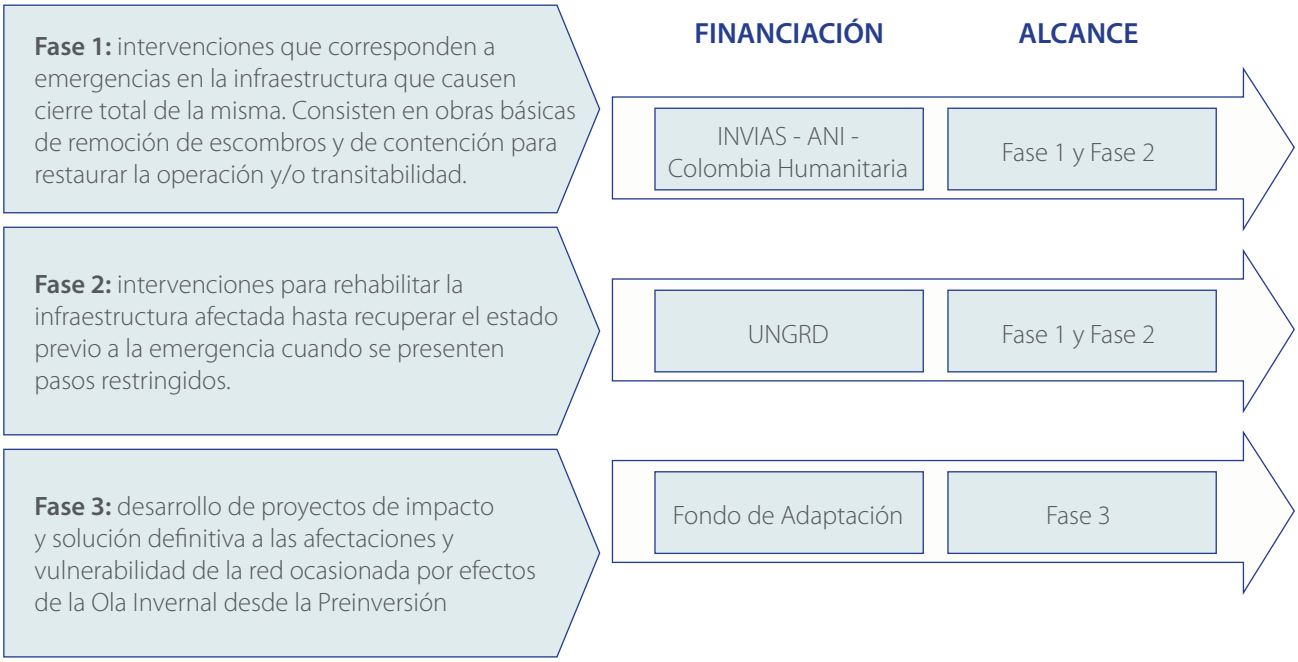
8 Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia 2010-2011. BID – CEPAL.

* Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. BIRF – BM.

Figura 3. Daño causado a la Vía Bucaramanga – Barrancabermeja por el fenómeno de La Niña 2010/2011

Para la atención de los puntos afectados, se desarrollaron 3 fases (Figura 4):

Figura 4. Fases para la atención de los puntos afectados por el fenómeno de La Niña 2010/2011



Fuente: elaboración propia

El fenómeno de La Niña 2010-2011 demostró que los fenómenos climáticos extremos generan grandes impactos que repercuten en costos elevados para el país. Teniendo en cuenta la tendencia de estos fenómenos a convertirse en eventos más recurrentes en el mediano y largo plazo debido al cambio climático[9], es imprescindible que el sector transporte implemente una estrategia y ejecute medidas para anticipar los efectos generados por el cambio climático, prevenir los riesgos climáticos asociados y prepararse de manera efectiva.

9 IPCC, 2007. 4th assessment. 9.4.3.3 Attributable Changes in the Risk of Extremes.

3.2 La red vial primaria frente a los escenarios de cambio climático

En Colombia el IDEAM a partir de la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2010), ha desarrollado proyecciones climáticas sobre los cambios de precipitación y temperatura para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100. Para esto se ha tomado como línea base los datos entre 1971 y 2000, y se han utilizado diferentes modelos regionales para generar distintos escenarios. Por su parte, el INVEMAR ha generado proyecciones de las zonas de inundación por ascenso del nivel del mar a 0,3 m a 2030 y 1 m a 2100.

Las proyecciones hidroclimáticas de cambios de precipitación, temperatura y ascenso del nivel del mar muestran las consecuencias potenciales de la influencia de las actividades humanas sobre el clima. Estos escenarios proyectados no son una predicción climática sino una representación del clima que se observaría bajo una concentración determinada de gases de efecto invernadero y aerosoles en la atmósfera. Por lo tanto, es importante complementar esta información con análisis de vulnerabilidad los cuales permiten identificar la causa de la susceptibilidad de las vías a verse afectadas por este tipo de eventos. De este modo se obtendrán alertas y oportunidades más concretas para intervenir en estos aspectos al proyectar las medidas de adaptación.

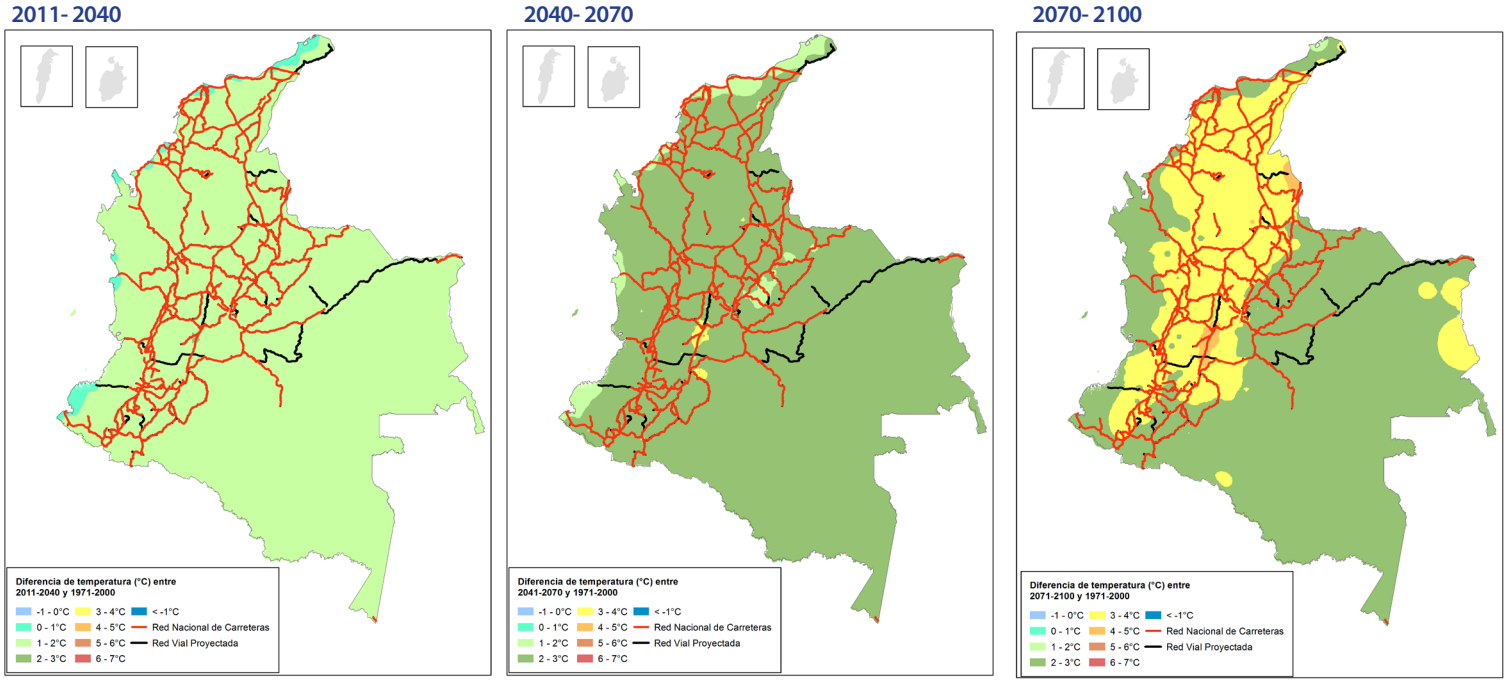
3.2.1 Proyecciones de temperatura y red vial primaria

En el mapa 6 se muestra la proyección de la temperatura entre 2011-2040, 2040-2070 y 2070-2100. En rojo se muestra la red vial primaria existente y en negro la proyectada. De acuerdo con el IDEAM, la temperatura probablemente aumentará en todo el territorio nacional entre 1 y 2ºC para el 2040, y entre 2 y 3º para el 2070. Para el 2100 la temperatura posiblemente habrá aumentado entre 3 y 4º para la región andina y la costa atlántica.

Este aumento de temperatura impondrá presiones importantes al año 2040 y 2070 sobre las carreteras costeras del caribe y algunas vías en la zona andina y cordillera oriental. Para el 2100 estas presiones se habrán extendido sobre casi toda la red vial primaria hoy existente.

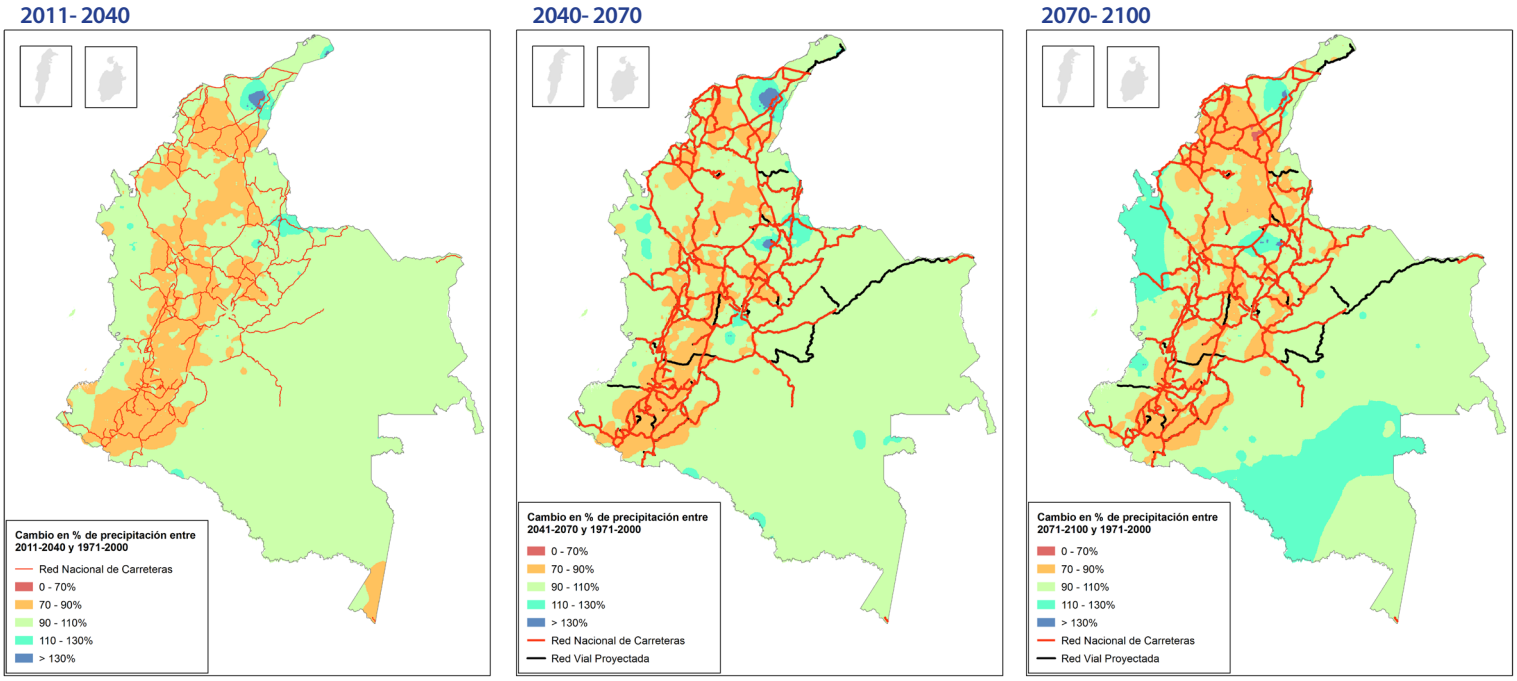
Los cambios de temperatura modificarán el ciclo del agua, la humedad relativa, intensificarán los eventos climáticos extremos de temperatura (como

Mapa 6. Proyección del cambio de la temperatura entre 2011 y 2100 y red vial primaria



Fuente: IDEAM (2010) e INVIAS (2014)

Mapa 7. Proyección del cambio de la precipitación entre 2011 y 2100 y red vial primaria



Fuente: IDEAM (2010) e INVIAS (2014)

por ejemplo, las heladas) y tendrán un gran impacto sobre el entorno de las vías. Eso pone en evidencia la importancia de revisar a la luz de estos cambios las consideraciones de diseño con las que se cuentan actualmente para la concepción de las vías.

En el análisis de los efectos que pueden tener los cambios de temperatura sobre la RVP, el mapa de variación de temperatura debe complementarse con un análisis detallado de las temperaturas máximas y máximas proyectadas a nivel de tramo vial.

3.2.2 Proyecciones de precipitación y red vial primaria

El mapa 7 muestra la proyección de precipitación entre 2011 y 2100 en el territorio nacional. En rojo se muestra la red vial primaria existente y en negro la proyectada.

Aunque todo el territorio nacional reporta cambios, los principales aumentos al 2040 recaerán sobre la costa atlántica. Para 2070 se espera un aumento considerable en las zonas de Santander, Boyacá, Chocó y Amazonas. En la zona andina se presentan aumentos graduales y dispersos.

Estos mapas permiten identificar las zonas donde se prevén aumentos de esta variable. Sin embargo para conocer su impacto real en las vías, se requiere llevar a cabo un análisis más localizado a través de una modelación detallada de las variaciones de precipitación y temperatura, la escorrentía, el manejo de cuencas cercanas (existencia de POMCA) nivel freático, proyecciones de reforestación y su impacto, actividades agrícolas, actividades mineras, extracción de hidrocarburos, etc.

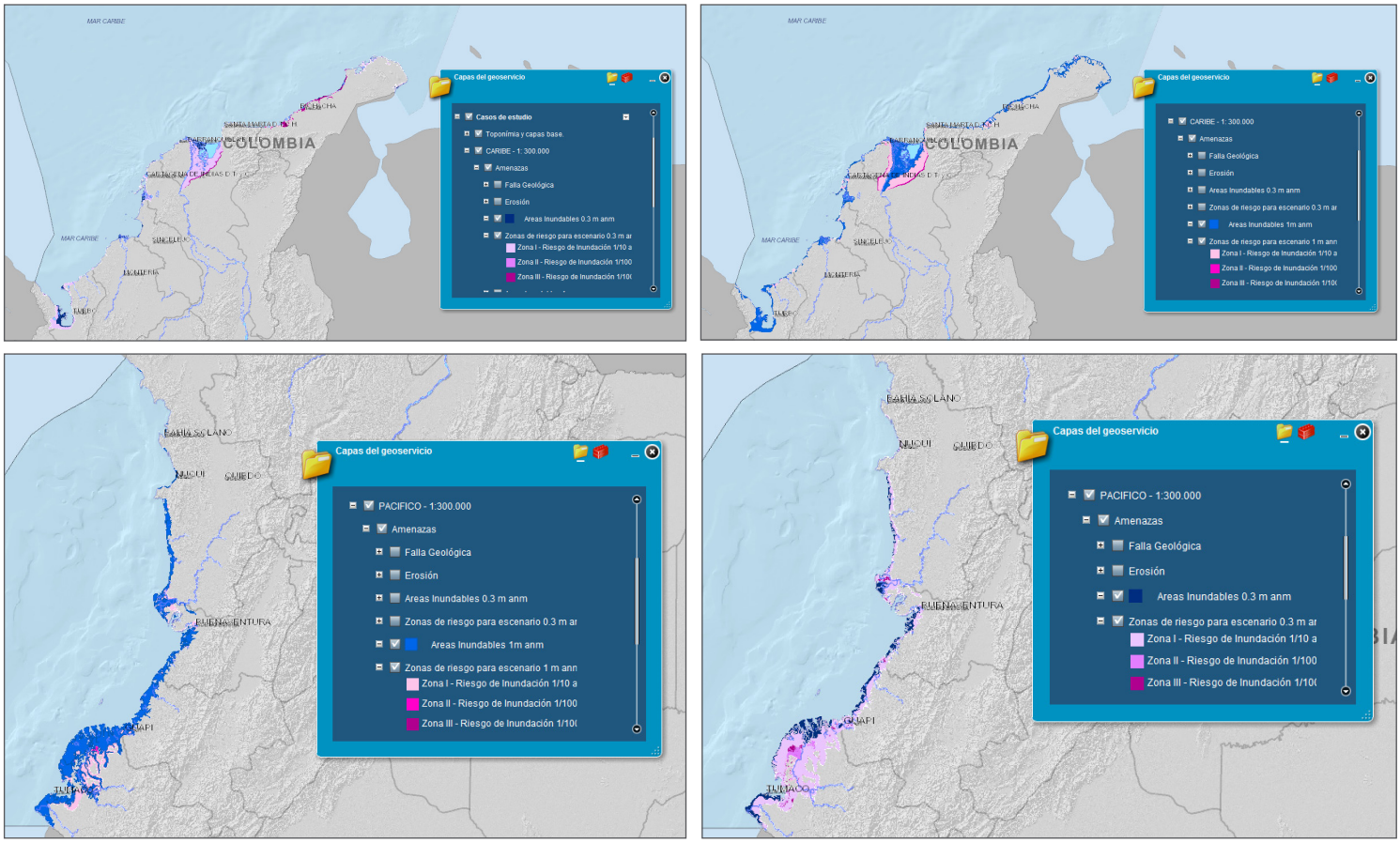
3.2.3 Ascenso del nivel del mar y su relación con la red vial primaria

El ascenso del nivel del mar es otro de los procesos de cambio climático que han sido analizados para el territorio colombiano. En el mapa 8 se muestran las proyecciones generadas por el INVEMAR de las zonas de inundación por ascenso del nivel del mar (ANM) a 0,3m para el 2030 y 1 m para el 2100.

En la primera instancia se identificaron las áreas críticas en la proyección de 0,3 m de aumento del nivel del mar. En el litoral Caribe continental los principales centros urbanos como Santa Marta, Cartagena y Turbo presentan los más alto porcentajes de población afectada, con alta proporción de población en riesgo. De igual modo, una significativa cantidad de infraestructura habitacional, comercial e industrial, ecosistémica, histórica y cultural que

Mapa 8. Proyección de Inundación por ascenso del nivel del mar a 2040 y 2100

ANM de 0,3 m **ANM de 1m**



Fuente: INVEMAR

soporta el desarrollo turístico están bajo amenaza. Por otro lado, Tumaco siendo la segunda ciudad más importante del litoral Pacífico está identificada como una zona crítica, donde, el modelo de inundación indicó que el área que perdería el municipio es considerable así como el porcentaje de población que tendría que ser reubicada o protegida (INVEMAR, 2003).

Este ascenso del nivel del mar se puede asociar a tres efectos amenazantes como la inundación progresiva y acumulativa, la erosión de las costas y la salinización de terrenos o intrusión salina afectando la calidad de los suelos, el agua de los acuíferos costeros y la cuña salina de las zonas deltáicas (IDEAM, 2001).

Esta información debe ser complementada con la red vial primaria para: (i) establecer los tramos viales existentes que se inundarían en caso de materialización del ascenso proyectado o que se podrían ver afectados por fenómenos asociados (como erosión costera), así como para (ii) orientar la localización de nuevas vías.

4. El cambio climático: retos y oportunidades para el sector vial

4.1 El cambio climático plantea retos para la RVP

El cambio climático es indudablemente uno de los principales retos que enfrenta la red vial nacional. En el mediano y largo plazo se proyectan una serie de transformaciones profundas y significativas que se verán reflejadas en el aumento gradual de la temperatura, los cambios en la precipitación, el aumento del nivel del mar, las fases extremas de variabilidad climática, la modificación de los ecosistemas regionales y de las características de los suelos. Esto sin duda, pondrá a prueba las decisiones que hoy se adopten sobre el sistema vial primario actual y futuro del país.

El clima, a través de los años, ha sido y será un agente clave en el desarrollo y sostenibilidad de la infraestructura vial. Además de las condiciones de variabilidad climática que ya se han incorporado en los desarrollos viales con el aumento de los periodos de retorno en el cálculo de los diseños viales (ANI, 2013)[10], existen otros retos que el cambio climático impondrá sobre el sistema vial nacional.

Figura 5. Dimensiones del sistema vial primario

INFRAESTRUCTURA
Red vial de transporte terrestre atutomotor a cargo del Estado con sus zonas de exclusión, estaciones de pesaje, areas de servicios y atención, facilidades y su señalización, puentes, viaductos, sistemas de drenaje, tuneles, taludes, entre otros.

ELEMENTOS BIOFÍSICOS
Aspectos biofísicos y ecosistémicos que hace referencia a las estructuras naturales como los suelos, el relieve, las cuencas hidrográficas, la geología y los ecosistemas receptores de la infraestructura y con los cuales esta última interactúa a lo largo de su vida útil y que son elementos claves para la sostenibilidad y la estabilidad de la misma.

ELEMENTOS POLITICO-INSTITUCONALES
Comprenden las entidades de carácter publico, privado y académico que tienen una relación directa o indirecta con el sistema vial primario, así como los instrumentos de política e instrumentos normativos con los que se regula el sector.

ELEMENTOS SOCIO-ECONÓMICOS PRODUCTIVOS
Incluyen principalmente a las comunidades aledañas y/o dependientes de las vías y su interacción con éstas, así como a las actividades económicas desarrolladas en el área de influencia (agricultura, industria, etc.), los servicios que prestan las carreteras (comunicación, transporte, seguridad) y los inversionistas privados.

Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

10 Informe Ruta del Sol – Tramo I.

Un primer reto se relaciona con la necesidad de implementar una **adaptación planificada** en contraposición a una adaptación reactiva. Esto significa que los ajustes que deban ser introducidos a la infraestructura vial deben ser el resultado de una decisión política deliberada, cimentada en la compresión de que las condiciones han cambiado y seguirán cambiando. Adaptar nuestras vías no se centra exclusivamente en soluciones técnicas 'fijas' o tomar una única decisión en el tiempo. La adaptación es un proceso iterativo que debe responder a la dirección que tomen las proyecciones sobre los escenarios de cambio climatico, realizando análisis integrales sobre las opciones de adaptación con la idea de mantener la flexibilidad, no limitar las opciones y adoptar las decisiones más adecuadas.

El segundo reto está definido por el entendimiento de la red vial primaria. La red vial primaria del país se ha asociado tradicionalmente a **las vías construidas pero la realidad demuestra que las vías son mucho más que las estructuras físicas con la cuales se asocian.** Las vías hacen parte de un sistema multidimensional y multiescalar en el que interactúan elementos biofísicos y ecosistémicos, aspectos político-institucionales y aspectos socioeconómicos, con capacidad de impactar la planificación territorial y ambiental, así como los procesos de desarrollo del país (Figura 5).

En este sentido, entender la vulnerabilidad de las vías y definir medidas efectivas de adaptación implica considerar aspectos que hacen parte del entorno de la vía, los cuales pueden modificar la vulnerabilidad del territorio y de la infraestructura del sector, como por ejemplo, los cambios en el uso del suelo debido a procesos de urbanización o agrícolas; la deforestación en las cuencas donde están construidas las vías; entre otros. El cambio climático afecta este entorno lo cual repercuta en las vías. Por lo tanto, la planificación y localización de las vías debe pensarse desde los impactos que el cambio climático genera sobre la infraestructura misma y también sobre el entorno relacionado con las vías, en especial los ecosistemas aledaños, los instrumentos de ordenamiento territorial (p.ej. POT, POMCAS, PGAR) y adoptando una visión integral para la gestión ambiental, climática y del riesgo.

Además de considerar las vías dentro de su sistema social, económico, institucional y ambiental, una buena adaptación exige respuestas coordinadas entre los distintos actores para no tomar decisiones aisladas y exacerbar los problemas ya existentes. Por esta razón, otro reto es la **articulación y la coordinación** entre los niveles nacional, regional y local, intersectorial, e interinstitucional con mira a la armonización de los instrumentos de planificación territorial, ambiental y sectorial con relación a todas las acciones que se adelanten sobre la red vial primaria. Temas como la construcción o intervención de las vías, las licencias ambientales, proyectos urbanísticos, servicios públicos, asentamientos humanos y actividades agricolas son una muestra de las multiples actividades que involucran a la RVP y que deben ser coordinadas y articuladas a favor de la adaptación.

Asimismo, **la construcción, el acceso, la disponibilidad y la apropiación de la información** retan el sector de transporte en Colombia. El país dispone de información dispersa y existen distintas barreras a la producción, el intercambio y la integración de la información en los ejercicios

De acuerdo con el Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia – EIECC (BID-DNP, 2014), en un escenario conservador, el sector transporte experimentará cierres viales en la red vial nacional que ascienden a 5.9% del tiempo de transito estimado, es decir 21 días de cierres por año entre el 2011 y 2100, en el caso de que el país no tome medidas para evitarlo.

Estos cierres generarán altos costos de recuperación, reparación y pérdida de productividad en el país. A raíz tan sólo de las inundaciones de 2010-2011, el país ha invertido más de 2 billones de pesos en la red vial hasta la fecha. Estos costos pueden ser reducidos y evitados si se toman las medidas preventivas necesarias para anticiparse a los efectos del cambio en el clima.

de planificación o en la toma de decisión. De igual manera, **la calidad y el tipo de información disponible** no es uniforme dentro del sector y en los distintos territorios de Colombia. Por ejemplo, no se ha generado aún, proyecciones de inundaciones y deslizamientos en función del cambio climático. Por lo tanto, la producción de información de calidad así como su divulgación requiere la construcción de un sistema integral de información que permita generar mejor información, mejor planificación y mejores decisiones para el sector y el país.

La adaptación efectiva y eficaz implica no sólo hacer uso de los datos históricos sino también de las **proyecciones de cambio climático.** Tradicionalmente para diseñar las vías se estudian los datos históricos del clima que se integran a las decisiones sobre diseño y materiales a través de las especificaciones de construcción. No obstante el cambio climático y sus efectos no se ven representados a través de los datos históricos. El cambio climático requiere incorporar nuevos datos proyectados a 20, 30 o 50 años en el diseño de las vías nuevas así como en los diseños o soluciones técnicas para las obras de mantenimiento, reconstrucción y rehabilitación de las vías existentes. Continuar diseñando las vías únicamente con los datos históricos reduce la capacidad de la infraestructura de resistir eventos extremos para los que no fueron diseñadas.

Es necesario incluir las proyecciones climáticas en el diseño de las vías nuevas y en el de las obras de mantenimiento de las vías actuales.

Por último, diseñar mejores vías hoy implica revisar los recursos que en la actualidad se destinan para las etapas de estudios y diseños viales en el país. Mientras que en países como el Reino Unido este valor alcanza el 45% del valor total de las obras, en Colombia este valor no supera el 5% del valor total de los proyectos. La alta inversión de recursos en esta etapa se ve reflejada en menores costos de mantenimiento y reconstrucción en etapas posteriores.

Si las vías se diseñan con los datos históricos, difícilmente resistirán ante eventos extremos para los que no fueron diseñadas.

4.2 El cambio climático genera oportunidades para el desarrollo vial

Aunque el camino de la adaptación represente importantes retos en el mediano y largo plazo, es también la oportunidad para seguir mejorando y transformado los procesos de desarrollo de nuestra infraestructura vial. De forma puntual, la adaptación de la RVP del país es una ventana de oportunidad para transformar la planificacion del sector transporte y de la infrasestructura hacia una **planificación de largo plazo** incorporando horizontes de transformación de 20, 30 y 70 años.

Por otro lado, el cambio climatico y la adaptación permiten integrar la investigación científica así como la innovación en las practicas del sector a través de soluciones tecnológicas de punta, biotecnológicas y mejores diseños que pueden convertir al país en un pionero en adaptación vial en Latinoamérica y el Caribe.

Ajustar las normas vigentes y el sistema de valores que rodean el sistema vial primario es otra de las grandes oportunidades a través de la cual se puede promover la reorganización de las estructuras institucionales y un mejoramiento sustancial de la capacidad de respuesta del Estado y del sector privado.

Figura 6. Acciones que tomar para adaptar el sistema vial primario

Adaptación del Sistema Vial Primario			
Entender la Red Vial Primaria como un sistema multiescalar y multidimensional	Cambiar o mejorar las normas, políticas y prácticas del sector	Integrar las proyecciones del cambio climático en los diseños viales para hacer vias "a prueba del clima"	Planificar la infraestructura de forma articulada con los niveles regional, local y una visión de largo plazo
Promover el conocimiento, la investigación, la innovación tecnológica	Incrementar los recursos destinados para las etapas de estudios y diseños	Mejorar la coordinación intra e interinstitucional	Promover el conocimiento y el fortalecimiento institucional en materia de cambio climático y riesgo en las instituciones del sector

Fuente: evaluación propia para efectos del Plan.

Marco conceptual del Plan VÍAS-CC

El Plan VÍAS-CC se basa en los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, los cuales son el punto de entrada para entender los desafíos presentes y futuros que plantea la adaptación de la red vial al cambio climático. De igual manera permite definir las acciones de adaptación que hacen parte de esta estrategia para el sector vial de Colombia.

Cambio climático: variación estadística significativa en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (Ley 1523 de 2012).

Vulnerabilidad: la Vulnerabilidad se puede estimar en función de la Exposición, la Sensibilidad y la Capacidad daptativa, siendo las dos primeras directamente proporcionales a la Vulnerabilidad y la última inversamente proporcional. En este sentido a mayor exposición o a mayor sensibilidad se tendrá una mayor vulnerabilidad y por el contrario entre mayor sea la capacidad de adaptación menor será la Vulnerabilidad.

Riesgo: corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a la materialización de las amenazas generadas por eventos hidroclimático.

Amenaza: peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas humanas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Adaptación: se entiende como el proceso de ajuste a los cambios climáticos reales o proyectados hacia el futuro, buscando moderar el daño o aprovechar las oportunidades de beneficio (IPCC, 2013). En el caso del sistema vial primario, implica planificar e implementar un proceso de adecuación constante de los elementos estructurantes del sistema para dar respuesta a un clima cambiante. (Ley 1523 de 2012).

Amenaza

x

Vulnerabilidad
f (Exposición ↑, Sensibilidad ↑, Capacidad de adaptación ↓).

=

Riesgo

EXPOSICIÓN (UBICACIÓN): se refiere a los elementos expuestos del sistema con respecto a la distribución de las amenazas, que hacen que estos se vean potencialmente afectados.

SENSIBILIDAD (INTRÍNSECO DEL SISTEMA VIAL PRIMARIO): grado en el que un sistema puede afectarse negativa o positivamente por estímulos relacionados con el clima, debido a las características intrínsecas de sus propios elementos.

CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN: habilidad de un sistema y sus elementos de modificar sus características o comportamientos con el fin de afrontar y superar los efectos actuales y potenciales del cambio y la variabilidad climáticos, moderando los daños y aprovechando las consecuencias positivas (Adaptado de Adger, 1999).

DAÑOS Y PÉRDIDAS: causados por la materialización de las amenazas.

5. Estrategia de adaptación de la RVP

El Plan VÍAS-CC impulsa una visión de competitividad y desarrollo compatible con el clima en el sector vial y de transporte.

Visión del Plan VÍAS-CC 2040

En el 2040 el sector de transporte de Colombia habrá implementado acciones de adaptación en todas las vías existentes del país y será pionero en la construcción de nuevas vías compatibles con el clima, convirtiendo el cambio climático en una oportunidad de desarrollo, competitividad y crecimiento sectorial.

En este marco, la estrategia de adaptación de la Red Vial Primaria - RVP plasmada en este Plan es la primera aproximación en Colombia para promover el desarrollo de vías adaptadas a la variabilidad climática y al cambio climático en el país.

El primer paso en la implementación de la estrategia es realizar el análisis de vulnerabilidad de la RVP. Este análisis se implementará tanto a nivel general (nacional) como a nivel específico, por medio de estudios piloto que se desarrollarán en cinco (5) tramos viales inicialmente. Tanto el análisis general como el específico generarán información más precisa que permitirá orientar la adopción de medidas de adaptación contextualizadas para las vías. La metodología utilizada se validará y estandarizará para ser escalable y se plasmará en una Guía Nacional para la Adaptación Vial. Por su lado, la información y medidas que se vayan desarrollando a nivel de tramo alimentarán la construcción de una base amplia de medidas (banco de medidas de adaptación del sector transporte) que podrán ser recurrentes para la construcción y mantenimiento de las carreteras de cara a los eventos hidroclimáticos extremos.

La estrategia cuenta además con cinco ejes transversales: i) el Eje de Vías Adaptadas con Innovación en la Red Vial; ii) el Eje de Gestión de Información y del Conocimiento; iii) el Eje de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional; iv) el Eje de Sensibilización, Educación y Comunicación, y; v) el Eje de Actualización Normativa.

Figura 7. Acciones que tomar para adaptar el sistema vial primario

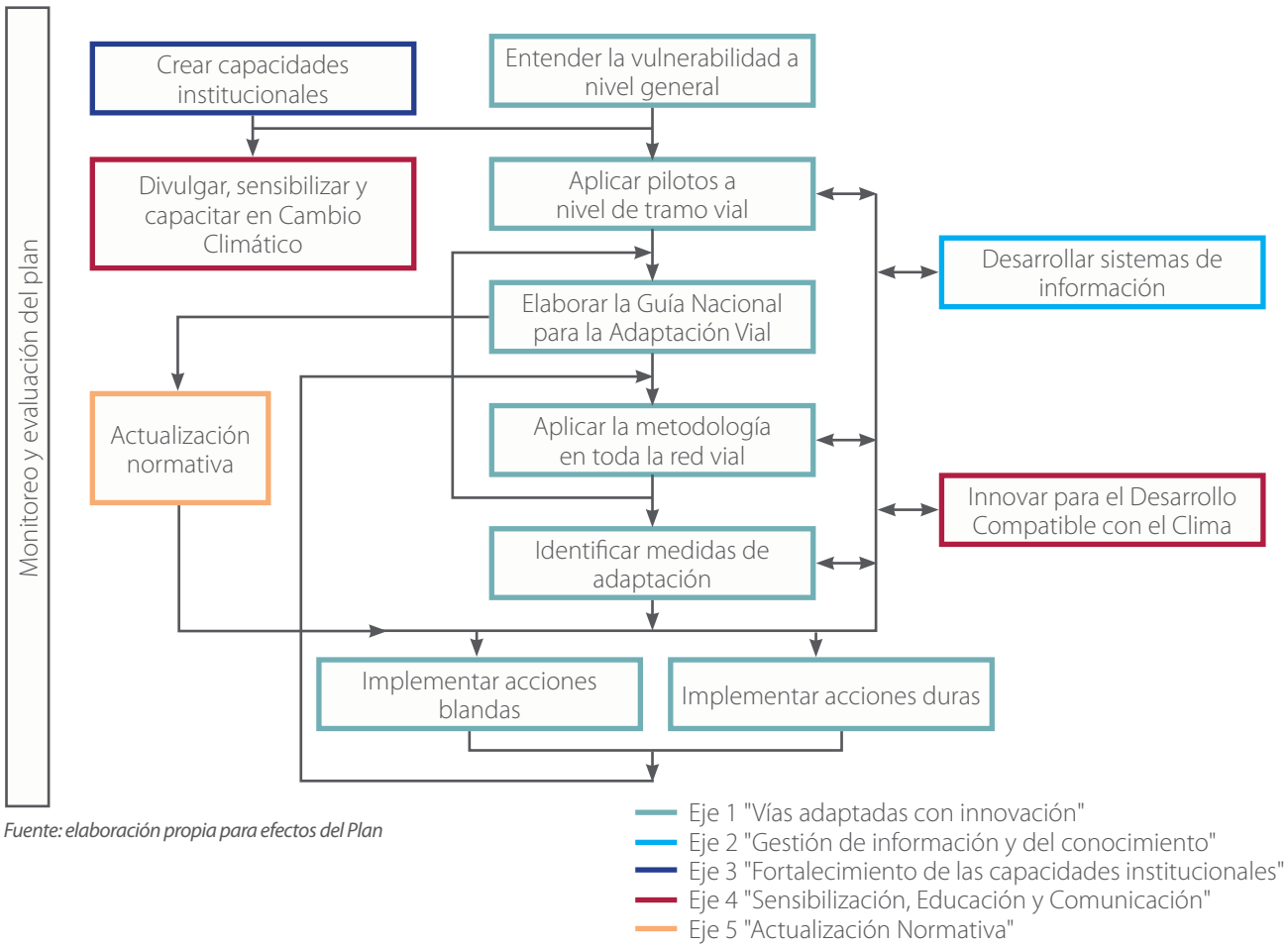
Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

Las acciones relacionadas con la actualización, el monitoreo y la evaluación del Plan VÍAS-CC, están inmersas dentro de los distintos ejes del Plan.

En términos generales, la estrategia propone no sólo llegar a formular medidas de adaptación concretas en cada vía sino además impulsar la mejora en la capacidad general del sector en entender y asumir el desarrollo vial compatible con el clima.

Tal como se muestra en la figura 8, la estrategia del Plan VÍAS-CC es un proceso enmarcado en

Figura 8. Esquema general del Plan VÍAS-CC



Fuente: elaboración propia para efectos del Plan

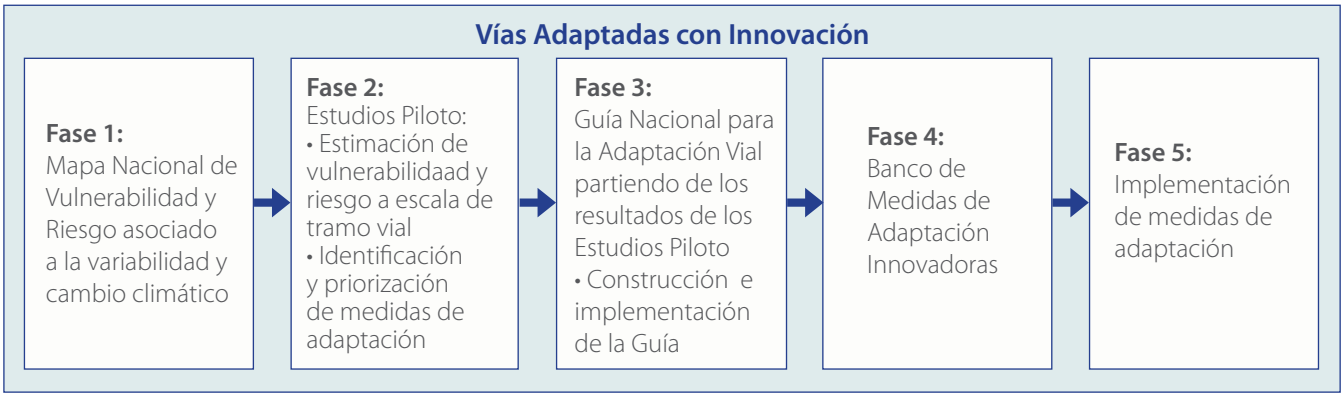
distintos ejes que organiza una serie de acciones en el tiempo y en un orden lógico. Los colores dan cuenta de la agrupación de las medidas en los 5 ejes principales. Las flechas del diagrama representan las dependencias entre las medidas (algunas de ellas se retroalimentan en el tiempo). El eje 1 es el eje central que se complementa por 4 ejes transversales. En la medida en que se cuente con más divulgación, sensibilización y capacitación, fortalecimiento institucional, sistemas de información adecuados, impulso a la innovación vial y un marco legal pertinente, se lograrán generar mejores vías adaptadas en Colombia.

5.1 Eje 1. Vías adaptadas con innovación

Generar medidas de adaptación efectivas a nivel de la Red Vial Primaria – RVP, pasa por realizar un análisis de vulnerabilidad a la luz de los escenarios de cambio climático. Ese paso previo permitirá identificar los factores por los cuales las carreteras son vulnerables y podrían presentar riesgos futuros. Con eso, el sector estará en capacidad de definir y generar las medidas específicas de adaptación así como ir incorporando la dimensión climática en los estándares de **planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento** de las vías.

El eje "Vías adaptas con innovación" se estructura en torno a cinco (5) fases que le apuntan a la definición, priorización y sistematización de medidas de adaptación blandas y duras (Figura 9). Por medio de estas fases se planea: i) elaborar el Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático para la Red Vial Primaria, que permita priorizar los tramos viales donde realizar estudios pilotos; ii) la estimación de vulnerabilidad y riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático a nivel de tramos viales para identificar y priorizar medidas de adaptación; iii) la elaboración de una Guía Nacional para la Adaptación Vial; iv) la construcción

Figura 9. Fases del eje estructural: Vías Adaptadas con Innovación en la RVP



Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

de un Banco de Medidas de Adaptación Innovadoras para el sector y; v) la implementación de las medidas definidas.

5.1.1 Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático de la RVP (Fase 1)

La construcción del Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático de la RVP se realizará con base en la información (amenaza, vulnerabilidad y riesgo) relevante ya disponible en el país y que pueda traducirse en indicadores claros que midan la vulnerabilidad (Tabla 1). El mapa dará una aproximación general a la vulnerabilidad y el riesgo climático presente y futuro de la red vial primaria a escala nacional, permitiendo identificar las zonas de amenaza hidrometeorológica media o alta según el panorama actual y futuro, que pueden impactar la red vial. Para la elaboración de este Mapa Nacional, se realizará no solo el análisis a la luz de la red vial existente, sino también de la red vial proyectada.

Este Mapa Nacional servirá como una hoja de ruta e insumo para: i) priorizar las zonas de intervención con base en su vulnerabilidad en áreas de riesgo presente y futuro; ii) orientar la planificación de la red vial existente y proyectada con base en su vulnerabilidad actual y futura ante los eventos hidrometeorológicos, la variabilidad climática y el cambio climático; iii) definir los tramos viales más estratégicos y representativos donde realizar los estudios piloto con una metodología de vulnerabilidad más detallada e indicadores más precisos y; iv) implementar la metodología planteada en este Plan para así evaluarla, ajustarla y refinarla previo a su aplicación a nivel de tramo vial.

El Mapa y su análisis se integrarán al Sistema de Información Vial Climático – SIVIC (ver sección 5.2 del Plan) con el fin de que los actores de sector puedan consultarlo en forma oportuna.

Este ejercicio de construcción del Mapa Nacional se divide en dos etapas principales: i) la definición del marco metodológico, incluyendo la identificación e incorporación de insumos e información pertinente; ii) la estimación de la vulnerabilidad, incluyendo la elaboración del mapa para priorizar los tramos viales estratégicos y representativos, tomando en cuenta la red existente y proyectada.

» Marco metodológico e información para elaborar el Mapa Nacional

La calidad y pertinencia del Mapa Nacional de vulnerabilidad y riesgo asociado a la variabilidad y el cambio climático a escala nacional depende de la metodología, de las variables que se escojan y de la información disponible. En este sentido, el país y el sector ya cuentan con información que permiten definir un marco metodológico general, seleccionar variables y elaborar indicadores representativos de la situación de vulnerabilidad de las vías existentes y proyectadas.

La metodología escogida para realizar el análisis a escala nacional abarca 3 grandes categorías de indicador: amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Cada indicador cuenta sus variables y fuentes de información.

A continuación se relacionan los indicadores, variables y las fuentes de información[11] que permitirán realizar el mapa y subsecuente análisis para la red existente.

Nota. Las variables e información que se presentan en la tabla son para realizar un análisis de la red vial existente. La información y las estimaciones que se obtengan de este análisis, que permitirán hacer ajustes o incluir nuevas consideraciones para la planificación de nuevas vías. Para la infraestructura futura, se deberá contar con un análisis de vulnerabilidad y riesgo asociado a este tipo de eventos del área en donde se planea ubicar la red vial, cruzándolo con la información asociada a la amenaza, con el fin de identificar el nivel de exposición a este tipo de eventos. Este análisis servirá para evaluar si se puede hacer una modificación al trazado de la vía

Tabla 1. Insumos para la construcción de los indicadores de vulnerabilidad y riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático de la red vial existente a nivel nacional

Indicador	Parámetro	Aspectos	Insumo	Fuente de la información de insumo
Amenaza	Cambio climático	Cambio climático	Escenario(s) de cambio climático (IDEAM)	IDEAM
	Amenazas Hidroclimáticas exacerbadas por eventos hidroclimatológicos extremos	Inundación	Mapa de la inundación de la Niña 2010-2011	IDEAM
		Inundación	Mapa de inundación por ascenso del nivel del mar	INVEMAR
		Deslizamiento	Mapa de susceptibilidad a deslizamientos	IDEAM
		Entorno	Mapa de vulnerabilidad ecosistémica	IDEAM
Vulnerabilidad	Exposición del Elemento	Trazado vial	Mapa Nacional de carreteras	INVIAS-ANI
	Sensibilidad	Obra concesionada Obra no concesionada	Información del Programa al que hace parte a la vía	ANI-INVIAS
		Redundancia	Existencia de vías alternas	INVIAS
		Inversión vial	Valor construcción/ mantenimiento	INVIAS-ANI-Concesionarios
Riesgo	Daños y pérdidas	Patrimonio vial	Valor del Patrimonio vial afectado	Datos para su cálculo en INVIAS-ANI-Departamentos
		Carga	Carga transportada (TPD Ton)	Ministerio de Transporte-Viceministerio de Transporte
		Pasajeros	Pasajeros transportados (TPD Pax)	Ministerio de Transporte-Viceministerio de Transporte
		Peajes	Valor de recaudo de peajes	Grupo Peajes a cargo de INVIAS Peajes a cargo de los Concesionarios-ANI Peajes Departamentales
		Costos del cierre por carga y pasajeros	Costo adicional de transporte de carga y pasajeros por vial alternas	Gremio de Transportadores

11 Se seleccionaron insumos e información disponibles en el país. Sin embargo algunos deben pasar por una etapa de procesamiento, depuración y alistamiento para poder realizar los análisis y el mapa correspondiente.

y/o identificar qué tipo de acciones deberían tener en cuenta en su diseño y planificación dada esas amenazas y características del entorno que pueden exacerbar dichas amenazas.

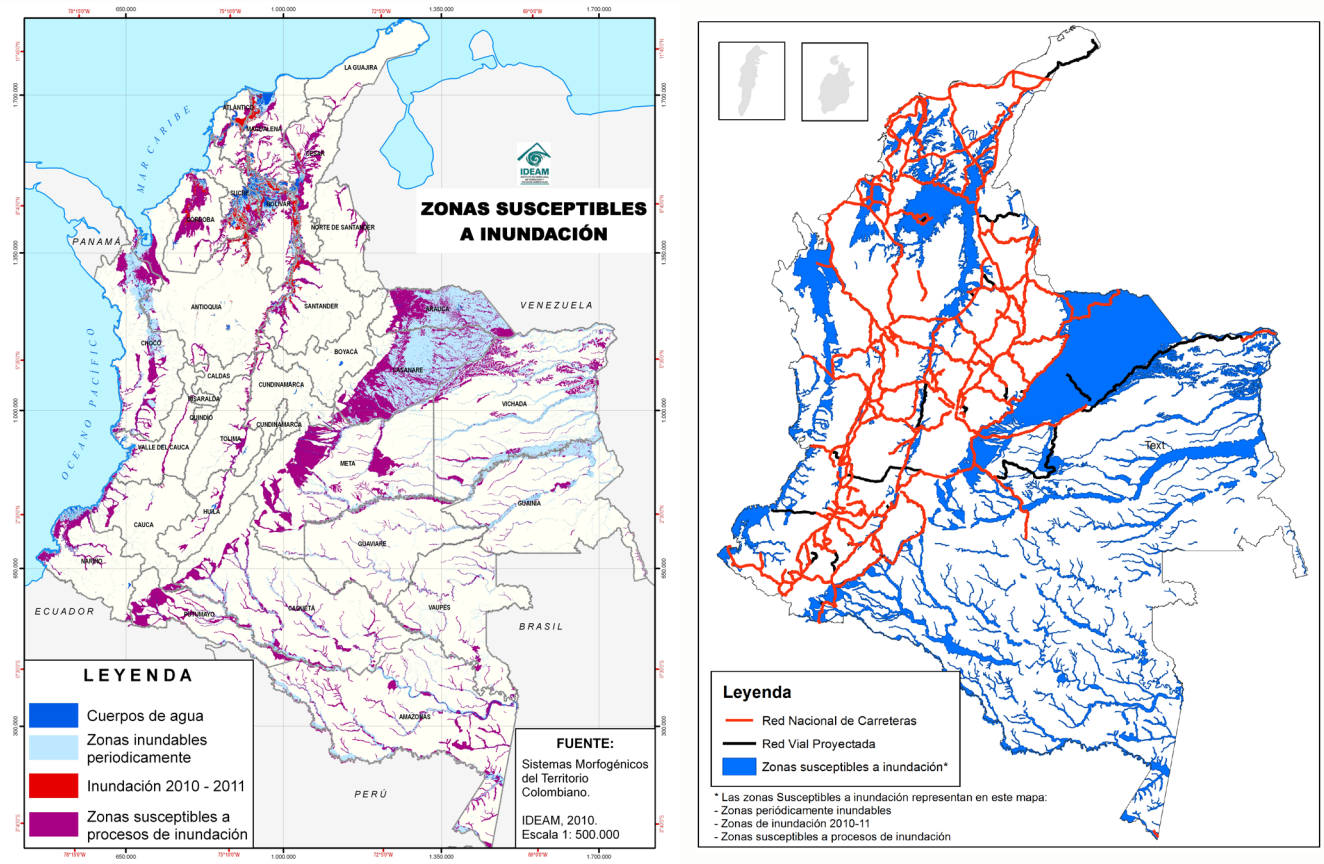
» Insumos para la construcción del Mapa Nacional y el análisis de la vulnerabilidad y riesgo

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO: el cambio climático modifica directamente las variables de precipitación y temperatura en el tiempo. Para efectos de la construcción del Mapa Nacional, se tomarán en cuenta los dos mapas de proyecciones climáticas sobre los cambios de precipitación y temperatura para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 presentados en las secciones 3.2.1 y 3.2.2 respectivamente.

INUNDACIÓN POR AUMENTO DE PRECIPITACIÓN: teniendo en cuenta que el país no cuenta con proyecciones de inundaciones por aumento de precipitación, se tomará como referencia la información del mapa de inundación agregado en el cual se muestran las zonas de inundación habituales (mapa a la izquierda) y las zonas de inundación ocasionadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011 (mapa a la derecha). De acuerdo con el IPCC, los cambios de temperatura afectan este tipo de fenómenos generando aumentos en su frecuencia y magnitud.

INUNDACIÓN POR ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR: las áreas de riesgo por inundación, hacen referencia a aquellas áreas que son anegadas por una precipitación pluvial moderada e incluyen, encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial, desbordamiento de corrientes naturales.

Mapa 9. Zonas de inundación por aumento de precipitación



Fuente: elaboración propia con datos de IDEAM e INVIAS.
Escala: 1:500 000
Proyección climática: información no disponible, se tomó el peor escenario.
Nota: la red primaria actual se presenta en rojo y la proyectada en negro.

El aumento del nivel del mar crea nuevas áreas de riesgo para la infraestructura vial. Resulta en una acelerada erosión costera, la salinización de los suelos, y define progresivamente una nueva línea de costa y nuevos sectores susceptibles a remoción en masa (ver casos de estudio en portal GeoClimares[12]).

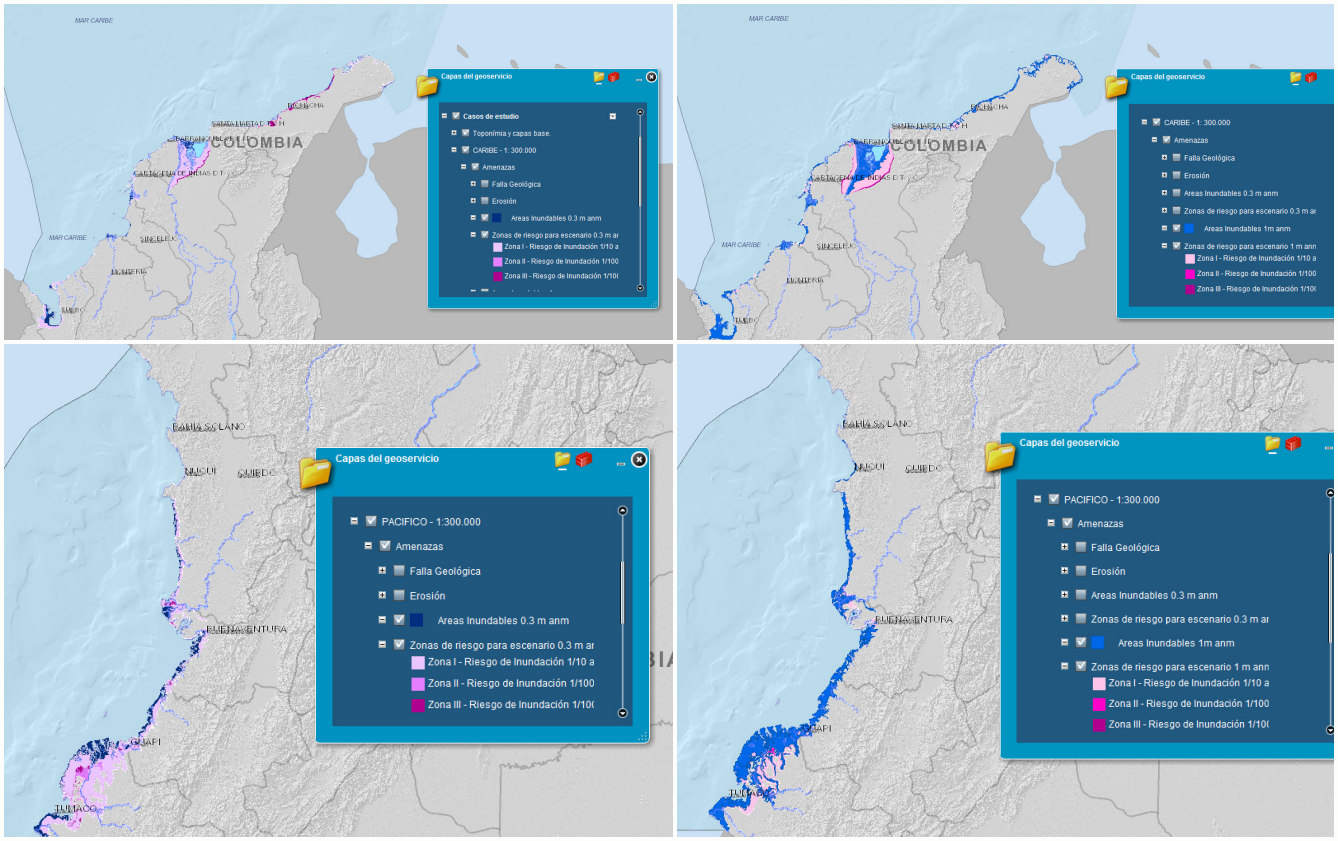
El INVEMAR ha generado proyecciones de inundación de las costas Atlántica y Pacífica por ascenso del nivel del mar a 0,30 m para el 2030 y 1 m para el 2100. Con esta información es posible establecer cuales vías primarias (actuales y futuras) están o estarán ubicadas en potenciales zonas de inundaciones a causa del ascenso del nivel del mar. El mapa 10 muestra las proyecciones de las zonas de inundación por ascenso del nivel del mar.

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS: el mapa 11 presenta el grado de susceptibilidad del terreno a presentar deslizamientos. La superposición de este mapa con la de la Red Vial Primaria (existente y actual) será un insumo para identificar los tramos actualmente expuestos a deslizamientos o los que a futuro podrían serlo dependiendo de su trazado.

En este mapa se estiman las zonas propensas a deslizamientos teniendo en cuenta las características del suelo, aunque hay otros factores que pueden exacerbar estos eventos.

VULNERABILIDAD ECOSISTÉMICA: existe una interacción directa entre la vía y su entorno y en especial con los ecosistemas sobre los cuales reposa la infraestructura vial los cuales se verán directamente

Mapa 10. Zonas de inundación por ascenso del nivel del mar.



Fuente: INVEMAR
Escala: 1:300 000
Proyección climática: asenso del nivel del mar en 0,30 m (2030) y 1m (2100).

12 GeoClimares http://gis.invemar.org.co/climares/. Vides, M., Sierra-Correa, P., & Cortes, L. (2012). Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe. (Vol. No. 57). Santa Marta: Serie de documentos generales del INVEMAR.

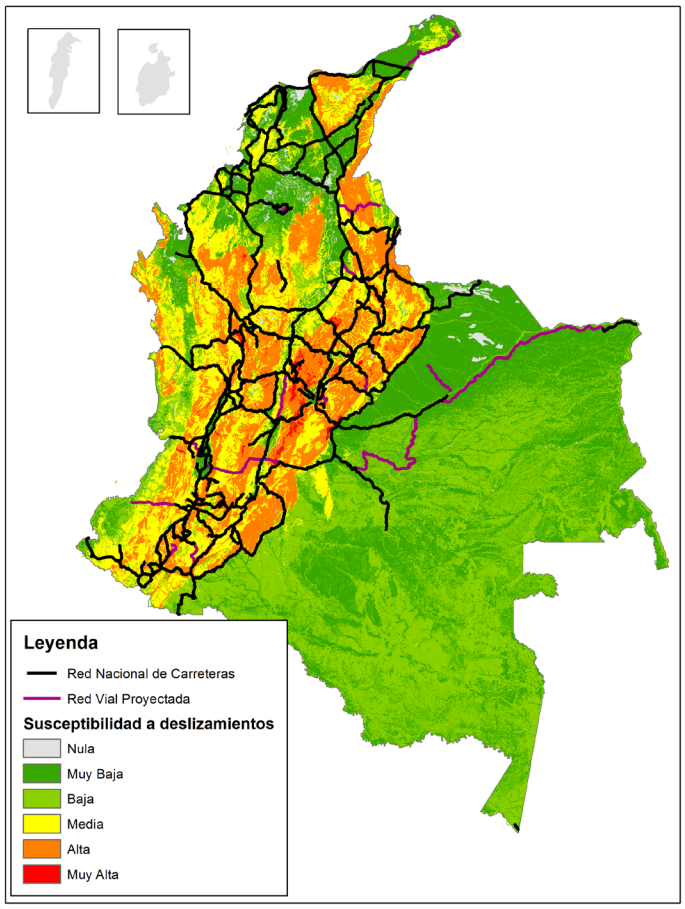
afectados por el cambio climático, reduciendo o afectando en algunos casos los servicios ecosistémicos que prestan a las carreteras tales como retención hídrica, control de la erosión, etc. Por esta razón se propone analizar las vías a la luz de los impactos del cambio climático en los ecosistemas que influencian las carreteras.

Para efectos de los análisis que se realizarán, se establecerá una zona de influencia para cada tramo vial y se ponderará la vulnerabilidad de los ecosistemas que se encuentren en la zona definida.

El siguiente mapa presenta el grado de vulnerabilidad de los ecosistemas frente al cambio climático. La relación de cada tramo de la Red Vial Primaria con la vulnerabilidad del ecosistema, permitirá definir los tramos a los que debe prestarse especial atención ante la posibilidad de que los ecosistemas que los soportan puedan presentar cambios. Este mapa fue construido a partir del ISA (Índice de Sensibilidad Ambiental)[13] y de las proyecciones de aumento de precipitación.

TRAZADO VIAL: La información del trazado vial indica la localización de la vía y permite entender cómo las amenazas hidrometeorológicas y las características del entorno, podrían afectar su infraestructura y funcionamiento.

Mapa 11. Susceptibilidad a deslizamientos y red vial primaria



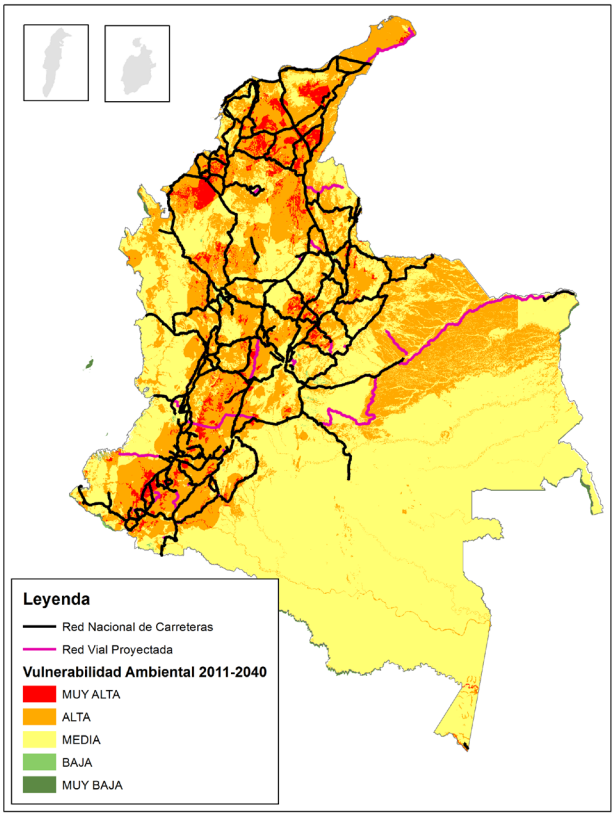
Fuente: elaboración propia con datos de IDEAM e INVIAS

Escala: 1:500 000

Proyección climática: información no disponible.

Nota: la red primaria actual se presenta en negro y la proyectada en violeta.

Mapa 12. Vulnerabilidad ecosistémicas y red vial primaria



Fuente de información: IDEAM e INVIAS

Escala: 1:500 000

Proyección climática: 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100.

Ponderación propuesta: vulnerabilidad ecosistémica de la zona de influencia? De 1 a 5 siendo 1 muy baja y 5 muy alta.

13 Este índice de sensibilidad ambiental incluye atributos del suelo (pendientes y profundidad efectiva), cobertura de la tierra (en función de la protección del suelo), análisis mensual del índice de aridez (precipitación/evapotranspiración), alteración de ecosistemas y erosión en zonas secas y representa por ende un análisis de la condición actual frente a cualquier evento climático adverso. Es decir, la sensibilidad ambiental determinada, refleja en gran parte a través de las condiciones y factores edáficos (generalmente se refiere a la composición química y física del suelo con relación al soporte ecosistémico. En este análisis se incluyeron condiciones físicas, mientras las químicas están reflejadas indirectamente por la cobertura vegetal)

OBRAS CONCESIONADAS Y NO CONCESIONADAS: existe una diferencia entre las vías actuales concesionadas y no concesionadas en términos de capacidad de respuesta ante riesgos. Este indicador se construirá para entender cuáles vías cuentan con instituciones a cargo de las mismas capaces de responder ante eventualidades climáticas que las haga más o menos vulnerables a estos eventos.

REDUNDANCIA: esta variable permite calificar la existencia de una ruta alterna para el transporte de carga y pasajeros para cada segmento de la Red Vial Primaria. Esto se puede estimar a través de muchos métodos, desde la identificación del camino más corto entre un origen y un destino en caso de falla de un segmento (usando el algoritmo de Dijkstra), o utilizando estimaciones basadas en asignaciones de tráfico evaluando la importancia relativa de cada segmento (Ver Jansuwan et al., 2013; Jenelius, 2010).

La existencia de una o más rutas alternas hace que el segmento y el sector en sí, sea menos vulnerable a las amenazas relacionadas con eventos hidrometeoro lógicos, por presentar una mayor capacidad de adaptación en la medida que en caso de cierre, las personas y la carga pueden seguir siendo transportados por otro tramo, aunque no sea igual de corto, cómodo y eficiente que el tramo principal.

INVERSIÓN VIAL: la información de la inversión que se dio en su momento al construir la vía así como la inversión actual en su mantenimiento dará una información muy relevante para entender si la vía es o no vulnerable por falta de inversión en su desarrollo y mantenimiento. Entre mayor ser la inversión dada a cada trayecto de vía, menor su vulnerabilidad.

VALOR DEL PATRIMONIO VIAL AFECTADO: esta variable permite estimar el costo de los daños producidos por un evento así como las necesidades de recursos en caso de requerir reparar o reconstruir el segmento afectado. Dependiendo del nivel de detalle con el que se cuente, puede estimarse con mayor o menor precisión el costo del daño en cada tramo. El valor de los activos viales debe ser asignado a cada segmento de la Red.

CARGA TRANSPORTADA-TPD TON: esta variable permite estimar la cantidad de carga que no llegaría a su destino en caso de cierre de cada tramo. Se obtiene de la multiplicación de la capacidad de carga de los vehículos, el número de vehículos y su ocupación promedio. En este caso, el análisis puede complementarse con la cuantificación económica de las pérdidas asociadas a la carga no transportada. La asignación del valor puede depender del número de toneladas no transportadas o del costo asociado a esto.

PASAJEROS TRANSPORTADOS-TPD PAX: esta variable permite estimar el número de pasajeros que no llegarían a su destino en caso de cierre de cada tramo. Se obtiene de la multiplicación de la capacidad de carga de los vehículos, el número de vehículos y su ocupación promedio. En este caso la cuantificación económica es más compleja que en el caso anterior, ya que es difícil saber el motivo del viaje de cada persona, la actividad que no pudieron realizar al no llegar a su destino, entre otros factores relacionados, y por ende la cuantificación de ésta.

En caso de no contar con modelos o metodologías para hacer esta estimación, se puede estimar como número de pasajeros no transportados únicamente y a partir de esto sugerir una valoración. Por ejemplo, 100 si el 100% de los viajes diarios habituales se realizaron, 50 si sólo se realizaron la mitad de los viajes, 0 si la vía fue cerrada y no se pudieron realizar viajes.

VALOR DE RECAUDO DE PEAJES: esta variable permite estimar el ingreso promedio que se dejaría de percibir en caso de cierre de cada tramo de la red vial (cuando se cuente con estaciones de peaje). La valoración dependerá del porcentaje del recaudo no recibido comparado con el de un día habitual promedio eficiente.

COSTO ADICIONAL DE TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS POR VÍAS ALTERNAS: esta variable permite evaluar el incremento de costos de transporte de carga y pasajeros debido al cierre de cada tramo de la red vial primaria. Se propone calcularlos a partir de la distancia y el tiempo adicional gastados al utilizar una ruta alterna en caso de cierre de algún tramo por medio del SICE-TAC (Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga).

» Construcción del Mapa Nacional para estimar la vulnerabilidad y riesgo presente y futuro de la RVP

Se procesará la información y agregarán las variables escogidas con el fin de estimar la vulnerabilidad y riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático a escala nacional.

El Ministerio de Transporte con apoyo de la ANI y el INVIAS, definirán los puntajes para cada nivel de información y pesos para estimar la ponderación entre las variables. Con la suma ponderada de los valores de las variables de esta tabla, se obtendrá una estimación de la vulnerabilidad y riesgo asociado a la variabilidad climática y el cambio climático. Sobre esa base se generará el Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo asociado a la variabilidad climática y el cambio climático a escala nacional. Dicho mapa permitirá visualizar de manera sencilla y práctica la vulnerabilidad de los distintos tramos viales y así priorizar los tramos donde realizar los estudios pilotos con un mayor nivel de detalle.

Este mapa se actualizará cada cinco (5) años, en la medida en que se cuente en el país con mayor cantidad y detalle de la información (amenaza, vulnerabilidad y riesgo).

Ficha 1. Elaboración del Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo Climático de la RVP

Objetivo: crear el Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo climático de la RVP a escala nacional.

Acciones:
- Obtener la información referente a las variables plasmadas en la tabla 1. Definir el método para la agregación de las variables, la asignación de pesos a las distintas variables y el método de cálculo del indicador de Vulnerabilidad y Riesgo climático.
- Construir el Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo Climático de la red vial primaria.
- Identificar los tramos más vulnerables y priorizar las zonas para realizar los estudios pilotos.
- Compartir y visibilizar la información y resultados asociados al mapa en el Sistema de Información Vial Climático – SIVIC.

Acciones ya emprendidas:
- Ya existe la información necesaria para nutrir las variables escogidas y plasmadas en la tabla 1. Todas las variables escogidas corresponden a información existente generada por distintas entidades nacionales
- El presente Plan establece una propuesta de variables y fuentes de información correspondientes para generar el Mapa Nacional de vulnerabilidad.
- Distintas entidades del sector han documentado los puntos que presentan o presentaron afectaciones o que requieren de algún tipo de atención. De la misma manera, cuentan con la información de las intervenciones realizadas durante el fenómeno de La Niña 2010-2011.

Responsables directos: Ministerio de Transporte.
Actores involucrados: ANI, INVIAS, IDEAM, INVEMAR, UNGRD, FA, IGAC.

Tiempo de implementación: 10 meses.

Valor total estimado: $ 200.000.000
- Recolección de la información, metodología (incluyendo asignación de pesos) : $ 100.000.000
- Elaboración de Mapa: $ 100.000.000

Posibles Fuentes: cooperación internacional, Ministerio de Transporte.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Número de variables (insumos) de información obtenidos	3/14[14]	14/14
Sistema de información unificado con la información de las 14 variables	0/1	1
Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo Climático para la RVP	0/1	1

14 Actualmente se cuenta con 3 de los 12 insumos (mapa de inundación 2010 y red vial, mapa de deslizamientos y red vial, mapa de vulnerabilidad ecosistémica y red vial) los otros insumos se construyen con información existente pero no están construidos actualmente. Por eso la línea base es 3/12 y la meta a alcanzar es 12/12.

5.1.2 Estudios pilotos a nivel de tramos viales (Fase 2)

A raíz de los resultados obtenidos del Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo Climático, se escogerán cinco (5) tramos viales que presenten alta vulnerabilidad y riesgo ante los diferentes tipos de amenazas (inundación, deslizamientos, ascenso del Nivel del Mar). Los análisis desarrollados en estos tramos se denominarán estudios piloto.

Estos estudios permitirán realizar un análisis detallado de la vulnerabilidad de cada tramo vial priorizado, consolidar la metodología de análisis de la vulnerabilidad climática de las vías e identificar medidas de adaptación contextualizadas que respondan a las circunstancias y realidades físicas, sociales, económicas e institucionales de cada tramo. De igual forma, permitirán sacar lecciones para la adaptación del sector vial primario de Colombia y alimentar los lineamientos que se plasmarán en la Guía Nacional (ver sección 5.1.3).

Los tramos escogidos para los estudios piloto, estarán ubicados en diferentes zonas del país y deberán ser representativos de la variada geografía[15] y de las amenazas hidrometeorológicas más recurrentes para la red vial. En este sentido, se escogerán los cinco (5) tramos en zonas de montaña, en áreas costeras, en sabanas inundables y valles. Asimismo se asegurará que este análisis a nivel de tramo vial incluya no solo las vías existentes sino también las vías proyectadas.

Los resultados de estos estudios integrarán el sistema de información vial climático – SIVIC (ver sección 5.2).

»Una metodología multi-criterio para analizar la vulnerabilidad y el riesgo climático a nivel de tramo vial

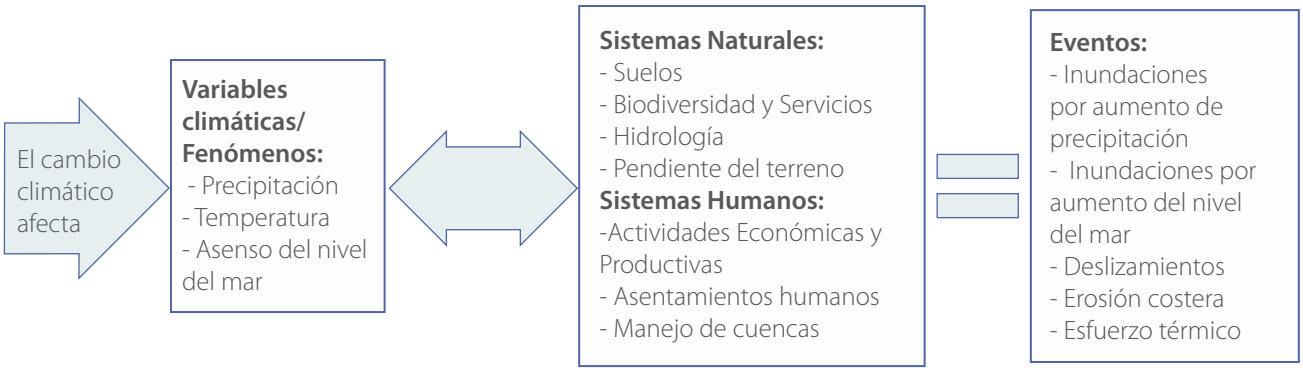
Existe una relación estrecha entre la infraestructura y su entorno. Las vías están inmersas en un entorno económico, social y ambiental. Dependen de este contexto y a su vez lo influencian. El cambio climático impacta estas dimensiones en forma directa o indirecta y hace que el sistema de las vías sea más o menos vulnerable.

Para efectos del análisis de la vulnerabilidad y riesgo climático a nivel de tramo vial, se entenderá la vulnerabilidad como la suma de la exposición, de la sensibilidad y de la capacidad adaptativa y; por riesgo, la suma de dicha vulnerabilidad y de las distintas amenazas relacionadas al clima.

Para crear un conocimiento y un diagnóstico integral en torno a la vulnerabilidad y riesgo climático de las vías, estos análisis serán multidimensionales. Tomarán en cuenta factores climáticos que se analizarán en interacción con distintas dimensiones: i) biofísicas; ii) económicas; iii) socio-culturales; iv) político-institucionales.

Para cada dimensión se establecerán las variables pertinentes y definirán los indicadores que cuentan con información confiable y disponible, incluyendo

Figura 10. Interacción entre efectos del cambio climático y fenómenos producidos a nivel de tramo vial



Fuente: elaboración propia para efectos del Plan

15 El caso de la Amazonía debe revisarse ya que se esperaría que no se planeen vías en esta región por sus impactos negativos al ambiente y porque habitualmente el transporte en esas zonas se hace principalmente por medios fluviales. De este análisis podría concluirse que no es necesario hacer estudios de vías futuras ni estudios pilotos en esa zona del país.

Figura 11. Esquema de estimación de vulnerabilidad y el riesgo

Fuente: elaboración propia para efectos del Plan

las variables e indicadores definidos para el Mapa Nacional (ver sección 5.1.2) y los nuevos que sean pertinente. A la vez se podrán incorporar factores tales como los hidrológicos, la estabilidad de los suelos, la erosión fluvial y costera, el uso del suelo y cambio en el uso del suelo, entre otros.

Ejemplos de aspectos a tomar en cuenta en el modelo de análisis de la vulnerabilidad por tramo vial

» **Hidrología:** modelación de las cuencas en las que se encuentran las vías para proyectar inundaciones y saturación de suelos en diferentes puntos, teniendo en cuenta la interacción del agua (precipitación, percolación, escorrentía, etc.) con las actividades humanas (asentamientos, minería, agricultura, extracción de hidrocarburos, distritos de riego, disposición de residuos, deforestación, entre otras) y el entorno biofísico (coberturas del suelo, relieve, pendientes, suelos, etc.).

» **Estabilidad de suelos:** modelación que permita simular las condiciones de estabilidad de los taludes de la carretera, teniendo en cuenta los niveles de saturación del suelo, el nivel freático, la amenaza sísmica, las cargas a las que el suelo podría estar sometido, las actividades humanas (asentamientos, actividades mineras , agricultura extensiva, ganadería, extracción de hidrocarburos, uso de agua y disposición de residuos, deforestación, entre otras) y en general, los aspectos que puedan tener un efecto en la estabilidad del suelo.

» **Erosión fluvial y costera:** simulación el comportamiento de cuerpos de agua y sus efectos sobre la cimentación de las carreteras (está relacionado con el análisis de estabilidad de suelos).

» **Cobertura de la tierra y cambio en usos del suelo:** modelación de los cambios de cobertura y en el uso del suelo, para entender, medir y proyectar los impactos del entorno sobre la vía en contexto de cambio climático.

El Ministerio de Transporte, el ANI y el INVÍAS estarán a cargo de la definición del marco metodológico para el análisis a nivel de tramo vial.

Por último, dado que esta metodología aplicará para la infraestructura vial primaria y permitirá orientar acciones específicas de adaptación, será fundamental que dichos análisis contemplen distintos enfoques de adaptación como son la adaptación basada en infraestructura, en tecnología, en ecosistemas, en comunidades y en gestión y normativa.

» El análisis de umbrales: una forma de medir la vulnerabilidad y el riesgo

Con el fin de generar un estudio de vulnerabilidad robusto a nivel de tramo vial, se utilizará una modelación inversa basada en tres (3) umbrales de afectación del tramo:[16] **reducción de capacidad de**

16 FHWA (2013) FHWA's Climate Change and Extreme Weather Vulnerability Assessment Framework

Tabla 2. Umbrales de afectación del tramo vial

Umbral	Descripción	Consecuencias
Reducción de capacidad de operación	Tiene como resultado poco o ningún daño en la infraestructura. Estos pueden volver a estar completamente funcionales en un período menor a 10 días aunque, desde el momento de la afectación, pueden continuar operando de forma restringida.	- Incomodidad/Inconveniencia al viajar. - Cierres ocasionales/breves de las vías. - Algunos vehículos pueden optar por usar vías alternas.
Cierre temporal de la operación	Tiene como resultado una interrupción o un daño menor en la infraestructura. Estos pueden volver a estar completa o parcialmente funcionales en un período menor a 60 días.	- Cierres temporales de las vías (de horas a semanas). - Reducción de accesibilidad a los destinos comunicados por la vía. - Represamiento de vehículos. - Posible afectación temporal a redes de servicios públicos.
Cierre indefinido de la operación por falla en la infraestructura vial	Tiene como resultado la pérdida total de la infraestructura. Estos podrían volver a operar de forma restringida después de al menos 60 días y podrían requerir reparaciones mayores o su reconstrucción, lo que implica largos períodos de recuperación.	- Cierre inmediato de la vía. - Interrupción de viajes. - Los vehículos son obligados a usar vías alternas. - Alteraciones al comercio. - Reducción o interrupción total del acceso a algunos destinos. - Posible afectación a servicios públicos, estructuras de drenaje y almacenamiento.

operación, cierre temporal o cierre indefinido del tramo por falla de la infraestructura vial. Posteriormente se modelarán los escenarios de clima futuro que materializarían cada uno de los umbrales descritos en la tabla 2.

Esta metodología permitirá responder a la pregunta: ***¿cuál es el nivel de amenaza (precipitación, temperatura, ascenso del nivel del mar etc.) en el cual se materializará cada uno de estos umbrales?***

Para hacer la modelación, se definirán los aspectos que impactan al tramo y que pueden acelerar o retrasar la materialización de los escenarios escogidos. El modelo incluirá todas las variables hidroclimáticas, socioeconómicas, características de ubicación del tramo, las variables de sensibilidad propias del tramo y la vulnerabilidad del ecosistema y el entorno entre otros, las cuales se presentan en el Anexo 1. Este listado plantea una lista de 60 aspectos a tener en cuenta en el momento de estimar las variables que afectan o modifican la materialización de umbrales de un tramo determinado. Este listado servirá de base para determinar cuáles son los más adecuados para incluir en los análisis.

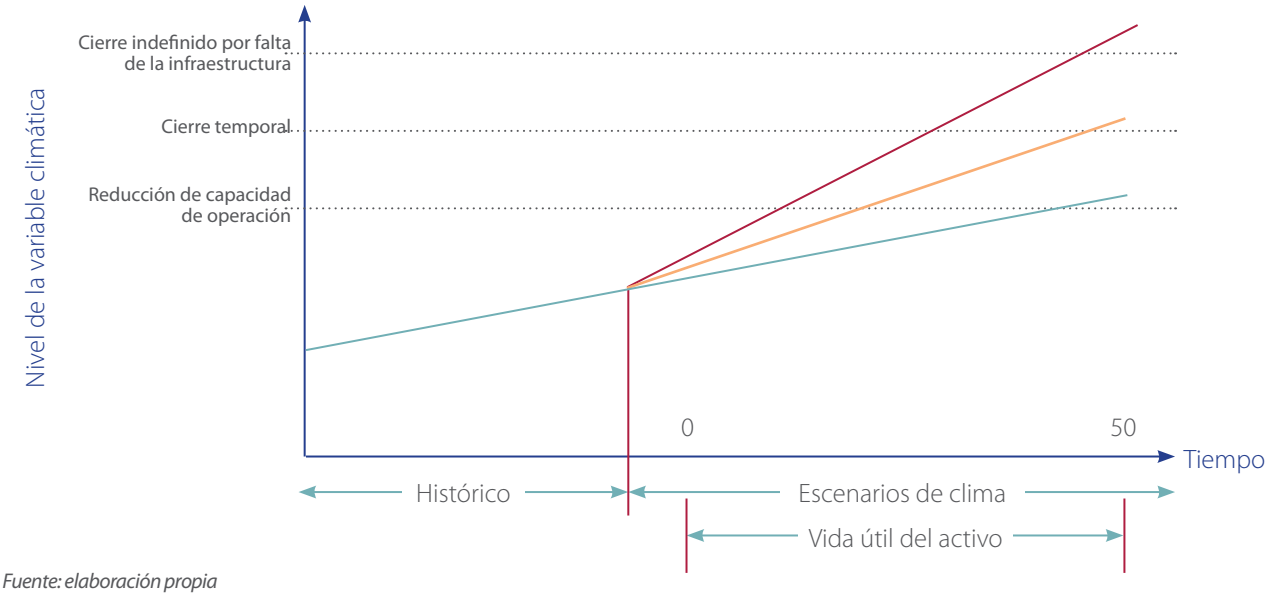
Por medio de la modelación se llevará a cabo una comparación entre los umbrales propuestos para cada variable climática y la información de clima futuro (escenarios) con los que el país cuente. Esto permitirá tomar decisiones sobre el nivel de seguridad que se requiere para los diseños.

Este análisis permitirá también establecer en que momento de su vida útil un tramo vial determinado podría fallar por diferentes causas (deslizamiento, inundación) a la luz de escenarios de clima futuro. Permitirá también entender la vida útil de las vías en el tiempo y proyectar los escenarios para actuar, como lo representa la figura 12.

Adicionalmente, el modelo de escenarios y umbrales permitirá caracterizar la ***exposición y la sensibilidad*** así como la capacidad adaptativa para así completar la estimación de vulnerabilidad.

Por otro lado, para entender los posibles impactos

Figura 12. Esquema del modelo de escenarios climáticos y umbrales



Fuente: elaboración propia

del clima en el tramo, deberán analizarse los ***daños y pérdidas*** en los que podría incurrirse en caso de cierre de la vía. En la tabla 3 se presentan unos aspectos que pueden tenerse en cuenta para el análisis de riesgo (la lista completa de los aspectos sugeridos se puede consultar en el Anexo 1).

Estas modelaciones de vulnerabilidad y riesgo arrojarán como resultado los efectos esperados con un nivel de amenaza determinado y sus posibles impactos en el tramo vial, y serán el punto de partida para identificar posibles medidas de adaptación y evitar la materialización del efecto modelado.

» Identificación de las medidas de adaptación por tramo vial

A partir de los resultados obtenidos del análisis multicriterio de vulnerabilidad y riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático, se identificarán y priorizarán medidas de adaptación.

Teniendo en cuenta que algunas de las vulnerabilidades identificadas podrán tener más de una alternativa de solución (medida), se deberá llevar a cabo un análisis costo/beneficio para seleccionar la medida a implementar entre las alternativas posibles y el orden en el que deberían priorizarse para reducir la vulnerabilidad de la forma más costo-efectiva posible.

Tabla 3. Posibles aspectos utilizados para la estimación de Riesgo (Daños y Pérdidas)

	Parámetro	Aspectos
Riesgo	Social	Pérdidas humanas
		Afectaciones a la dinámica social
	Económico	Daños en infraestructura
		Costo de reparación de la infraestructura
		Carga perdida
		Carga represada
		Recaudo de peajes perdido
		Aumento en el tiempo y costo de transporte
	Político-institucional	Reducción en la eficacia de la acción del estado (seguridad, salud, etc.)
		Reducción en la capacidad adaptativa frente a estas y otras amenazas (sismo, incendio, etc.)

Distintos enfoques de adaptación para ser considerados al tomar acciones de adaptación en la red vial primaria

- Adaptación basada en Infraestructura (AOI): debido a la variabilidad y al cambio climático, la infraestructura está operando bajo condiciones climáticas diferentes a las prevalecientes durante su diseño. Eso afecta su integridad y estabilidad, y compromete su capacidad para soportar los medios de vida de la población. La AOI consiste en modificar el proceso de diseño de las estructuras teniendo en cuenta periodos de retorno más amplios y los escenarios de riesgo que se deriven de éstos (modificado de PNUD, 2010, ABC, 2012). Esto implica reacondicionamiento estructural en obras existentes o en el método de diseño de nuevas infraestructuras (cambio en el diseño de la vía y el uso de obras de protección como medidas defensivas ante este tipo de eventos).

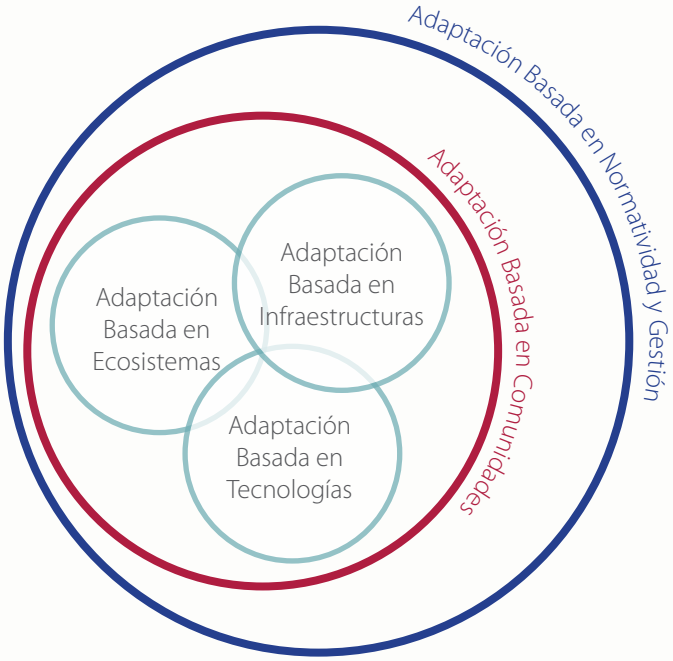
- Adaptación basada en Tecnologías (AbT): la adaptación basada en Tecnologías, busca que tanto los sectores como la comunidad y el gobierno estén informados en todo momento. Los sistemas de alertas tempranas son un ejemplo de tecnologías de la información que pueden ser muy útiles para la toma de decisiones. De igual manera las innovaciones tecnológicas permitan hacer vías más resilientes.

- Adaptación basada en Ecosistemas (AbE): la adaptación basada en ecosistemas integra el uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia general de adaptación, la cual ayuda a las personas a adaptarse ante los impactos adversos del cambio climático. Incluye la gestión sostenible, la conservación y la restauración de los ecosistemas.

- Adaptación basada en Comunidades (AbC): es una estrategia de adaptación en que las comunidades son las protagonistas para disminuir su vulnerabilidad y aumentar su capacidad adaptativa frente a los impactos reales o esperados de la variabilidad o del cambio climático. La AbC se fundamenta en las prioridades, necesidades, conocimientos y capacidades de la comunidad y su relación con su contexto local, regional y nacional. Se ajusta a las características específicas de las comunidades, debe ser complementada con conocimiento de fuentes externas y asegurar la inclusión de los enfoques diferenciales. La AbC requiere un acercamiento integral que empodere a las comunidades, bajo la visión integral de una vida y un desarrollo digno y sostenible.

- Adaptación basada en ajustes de gestión y normatividad (AbGN): se refiere al tipo de medidas que pueden habilitar y/o restringir las medidas propuestas por los otros tipos de adaptación. En este sentido, este tipo de adaptación es transversal a los otros tipos de medidas mencionados. Implica medidas que modifiquen las especificaciones técnicas, normativas y regulatorias relacionadas con: (i) la planificación del mantenimiento de las vías; (ii) los términos de referencia de los contratos que se ocupan de cada etapa del ciclo de vida de las vías; (iii) la articulación de la planificación de las vías con el ordenamiento territorial y los usos del suelo; (iv) la gestión ambiental, de los ecosistemas y de sus servicios.

Figura 13. Enfoques de la adaptación que considerar para definir acciones de adaptación en la red vial primaria



Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

Estas medidas pueden implicar innovar en la forma tradicional de construir las vías a través de diseños alternativos en la infraestructura, la innovación en la forma de manejar la estabilización de taludes o el manejo de los drenajes, diversas formas de controlar la estabilización de suelos o de innovar en los materiales constructivos de las vías. También implica pensar en esquemas más apropiados para planificar, construir y mantener las vías, incluyendo cambios en esquemas de alertas tempranas, información y reformas institucionales y legales.

Uno de los temas más importantes se relaciona con los esquemas de ordenamiento ambiental territorial y con el análisis de alternativas de trazado de las vías. Al final, las medidas de adaptación deben determinarse entendiendo la relación entre las vías y los ecosistemas que los rodean así como la dimensión humana que afecta y es afectada por el desarrollo de infraestructura vial.

» El análisis a nivel de tramo vial: un proceso reiterativo

Los cinco (5) estudios pilotos preliminares en los tramos viales seleccionados permitirán afianzar el modelo de análisis de la vulnerabilidad y riesgo climático de la red vial primaria existente y proyectada. De igual modo permitirá identificar y definir medidas de adaptación para dichos tramos.

Estos cinco (5) estudios pilotos serán un primer paso antes de escalar este ejercicio a toda la red vial primaria existente y pasar a ser parte integral de la planificación, construcción y mantenimiento de la red vial proyectada.

Ficha 2. Estudios piloto para analizar la vulnerabilidad y el riesgo climático a nivel de tramos viales

Objetivo: definir y priorizar las medidas de adaptación a partir de estudios pilotos que permitan analizar la Vulnerabilidad y Riesgo Climático a escala de tramo vial.

Acciones:
- Definir los cinco (5) tramos en los cuales se realizarán los estudios piloto con base en los resultados del Mapa Nacional (ver sección 5.1.1).
- Construir el marco metodológico para el estudio de la vulnerabilidad y riesgo climático a nivel de tramo vial, tomando en cuenta las distintas dimensiones y los aspectos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.
- Definir las variables e indicadores pertinentes, tomando en cuenta la información disponible y asequible.
- Conseguir la información necesaria basada en la metodología, variables e indicadores seleccionados para los cinco (5) tramos viales.
- Realizar el análisis a la luz del modelo metodológico en los cinco (5) tramos viales.
- Identificar opciones de medidas de adaptación para cada tramo vial a raíz de los resultados obtenidos.
- Definir las medidas de adaptación necesarias para hacer frente a las vulnerabilidades identificadas.
- Priorizar las medidas por medio de un análisis costo-beneficio.

Acciones ya emprendidas: ninguna.

Responsables directos: Ministerio de Transporte, ANI, INVIAS.
Otros actores: Entidades territoriales, Concesionarios, IDEAM, INVEMAR, DNP.

Tiempo de implementación: 5 años para realizar los 5 estudios piloto.

Valor total estimado: $ 7.500.000.000 ($ 1.500.000.000 por tramo vial)
Se estima que todo el ciclo desde la construcción de la metodología, la consecución de la información, el análisis de la vulnerabilidad, hasta la definición y priorización de medidas durará aproximadamente entre 12 y 18 meses por tramo.

Posibles Fuentes: Recursos propios del sector transporte (Ministerio, ANI, INVIAS).

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Estudios piloto	0/5	5/5
Metodología de análisis de la vulnerabilidad y riesgo climático	0/1	1

5.1.3 Guía Nacional para la Adaptación Vial (Fase 3)

A raíz de los resultados obtenidos a partir de los cinco (5) estudios pilotos, se podrá generar una serie de lecciones aprendidas, cristalizar los conocimientos y enseñanzas, consolidar la metodología de análisis de la vulnerabilidad y riesgo climático en la RVP así como identificar medidas y acciones de adaptación específicas a nivel de tramo vial y a nivel nacional.

Esos dos últimos aspectos son los que se plasmarán en forma prioritaria en la "Guía Nacional para la Adaptación Vial" para convertirla en una herramienta útil para el sector. Asimismo indicará al sector como integrar la adaptación al ciclo de vida de la vía tanto para las vías existentes como las proyectadas.

Esta Guía permitirá reducir los costos, el tiempo y la complejidad de analizar la vulnerabilidad y el riesgo así como definir las medidas requeridas en todos los tramos priorizados a nivel nacional.

La construcción de la Guía Nacional para la Adaptación Vial es imprescindible para orientar al sector en el desarrollo de análisis de vulnerabilidad climática que de las pautas para establecer medidas de adaptación efectivas en las vías actuales y futuras de Colombia.

» Estandarización de la metodología de análisis de la vulnerabilidad y riesgo climático

La Guía Nacional presentará la metodología consolidada y estandarizada para realizar los estudios de vulnerabilidad y riesgo climático en los tramos viales a futuro. Los estudios pilotos que se realicen serán un insumo para afianzar el modelo metodológico definido por las entidades del sector. Adicionalmente se tendrán en cuenta otros estudios disponibles tales como:

- El Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia liderado por DNP;

- Estudios de vulnerabilidad ya existentes en distintos tramos viales, así como;

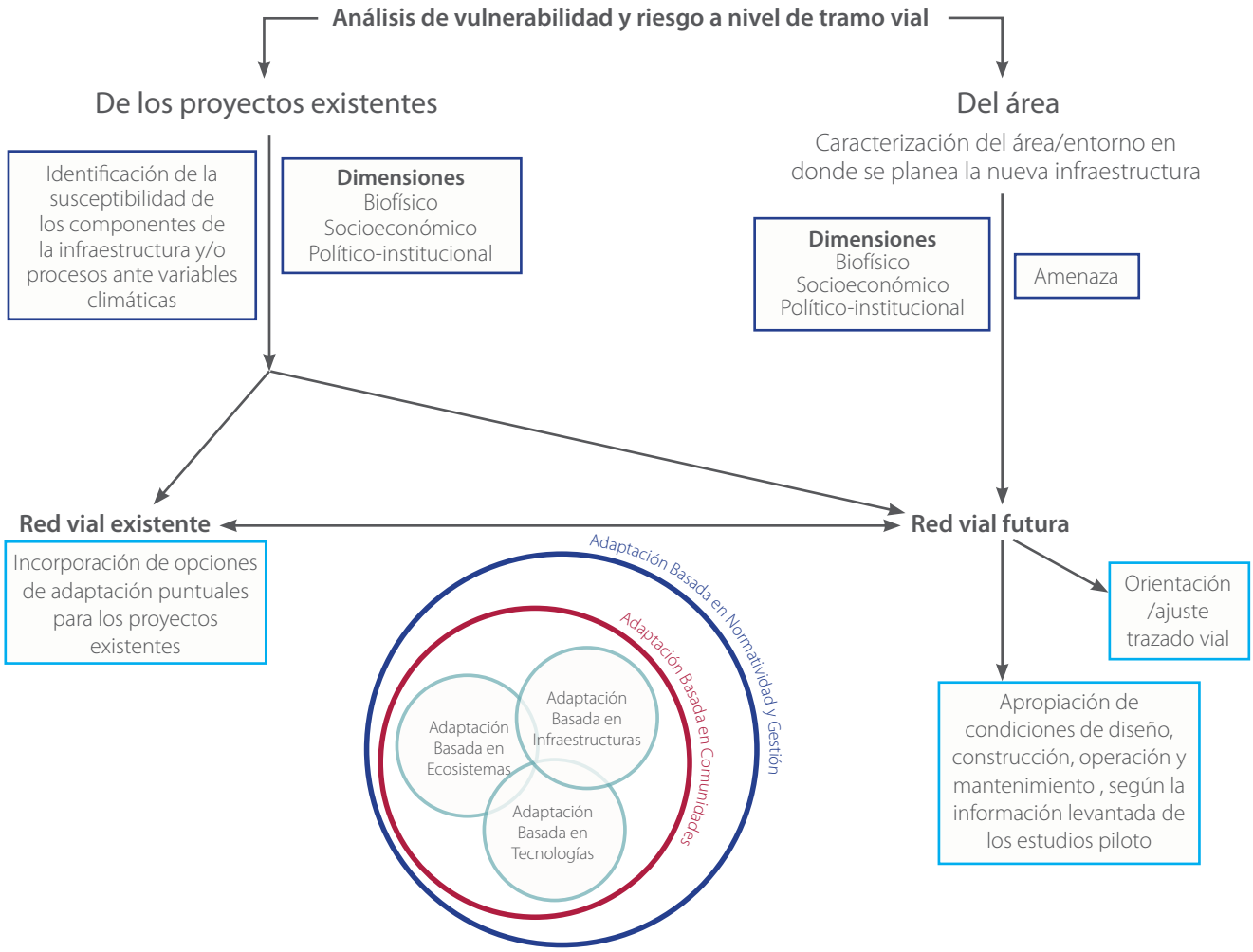
- Estudio de vulnerabilidad del sistema hidroeléctrico colombiano;

- Planes territoriales de cambio climático y planes departamentales o municipales de gestión del riesgo.

Esta estandarización deberá en todo caso tener cierto grado de flexibilidad ya que no hay información uniforme en todo el país y no siempre las mismas variables e indicadores dispondrán de información suficiente de una región a otra y de un tramo vial a otro.

Con esa herramienta le será posible al sector analizar los tramos viales actuales y proyectados de forma más sistemática. De igual manera le será posible replicar y ampliar los estudios de vulnerabilidad y riesgo a nuevos tramos viales, recolectar datos comparables, definir medidas de adaptación viables a nivel nacional y local tanto para las vías actuales como futuras.

Figura 14. Dimensiones a considerar para realizar un análisis de vulnerabilidad y riesgo a nivel de tramo vial



Fuente: elaboración propia para efectos del Plan

» Portafolio de opciones de medidas de adaptación a nivel de tramo vial

Los estudios piloto permitirán entender y sistematizar diversas medidas de adaptación que pueden ser caracterizadas en los diversos tramos según la mirada de adaptación ya descrita en la figura 12. En este contexto, se contarán con medidas de infraestructura tales como obras innovadoras de diseño (viaducto, túneles, manejo y estabilización de taludes, drenajes, etc.), tecnologías innovadoras de desarrollo de vías, medidas basadas en entender los ecosistemas alrededor de las vías, las sinergia entre las vías y las comunidades que se localizan alrededor de las mismas, así como esquemas normativos y de gestión que las influencien. Todas estas medidas identificadas serán parte del portafolio de opciones de medidas que darán la base para caracterizarlas como parte de la Guía Nacional de Adaptación Vial.

Los resultados de los estudios piloto así como el portafolio de opciones de adaptación identificadas para los tramos viales específicos permitirán dar lineamientos sobre el tipo de acciones a tomar y la manera de incorporar la adaptación al cambio climático a lo largo del ciclo de vida de las vías, desde los diseños hasta el mantenimiento.

En el caso de las vías ya existentes, la Guía dará las bases para adaptar los puntos vulnerables y entender las pautas para el mantenimiento de las vías bajo escenarios de cambio climático.

En el caso de las vías proyectadas o futuras, la Guía generará las pautas para desarrollar análisis de vulnerabilidad desde el diseño de las vías incluyendo las opciones de alternativas de trazado, hasta la incorporación de medidas de adaptación e innovación tecnológica en su diseño y construcción, así como parámetros necesarios para su mantenimiento en el largo plazo.

Ficha 3. Formulación de la Guía Nacional para la Adaptación Vial

Objetivo: formulación de la "Guía Nacional para la Adaptación Vial", considerando las vías existentes y proyectadas.

Acciones:
- Recopilación de la información y lecciones aprendidas de los 5 estudios pilotos a nivel de tramo vial.
- Estandarización del modelo metodológico para el análisis de la vulnerabilidad y riesgo climático para permitir su replicabilidad para estudiar otros tramos viales.
- Elaborar un portafolio de opciones de medidas de adaptación para el sector a raíz de lo definido en los tramos viales pilotos.
- Crear lineamientos para la incorporación de adaptación en las distintas etapas del ciclo de vida de las vías, tomando en cuenta un enfoque integral para las vías.

Acciones ya emprendidas: ninguna.

Responsables directos: Ministerio de Transporte, encargados de manuales de las diversas entidades del sector transporte.
Otros actores: INVIAS, ANI, Concesionarios IDEAM, INVEMAR.

Tiempo de implementación: 1 año (al finalizarse los estudios piloto a nivel de tramo vial).

Valor total estimado: $ 300.000.000
- Elaboración de la Guía Nacional para la Adaptación Vial: $ 300.000.000

Posibles Fuentes: Ministerio de Transporte, ANI, INVIAS y recursos de cooperación internacional para temas ambientales.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Elaboración de la Guía	0/1	1

5.1.4 Banco de medidas de adaptación innovadoras (Fase 4)

Se creará un ***Banco de Medidas de Adaptación Innovadoras (BMAI)***. Este Banco se construirá inicialmente con experiencias nacionales de medidas que hayan logrado prevenir efectos adversos en las vías provocados por eventos hidroclimáticos, a partir de los estudios piloto y de los siguientes tramos a los que se les implemente la Guía Nacional, así como por experiencias internacionales de medidas de adaptación que no se hayan implementado antes en Colombia. A su vez, deberá alimentarse de la investigación y gestión del conocimiento del sector y deberán ser incorporadas en sus buenas prácticas sectoriales.

El BMAI almacenará información de medidas de adaptación de todo tipo, desde medidas basadas en ecosistemas, infraestructuras, tecnologías y comunidades para reducir el riesgo[17], hasta medidas relacionadas con ajustes en instrumentos de gestión del sector y normatividad.

La administración del BMAI se puede desarrollar mediante la asociación entre el Ministerio de Transporte (o el GCC-MT cuando se haya creado) y entidades como el Concejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) o el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) por ejemplo, o podrá ser administrado por centros de investigación independientes o de entidades educativas que manifiesten interés en hacerlo.

El grupo encargado de la administración del BMAI deberá encargarse de socializar y promocionar la existencia del BMAI entre los actores del sector, la academia y de encontrar el mecanismo para incorporar cada vez más información que pueda ser usada por los administradores de la red vial. También deberá encargarse de establecer vínculos con la academia para que estas incorporen dentro de sus líneas de investigación este tipo de medidas de adaptación no convencionales, especialmente en las universidades que ofrezcan posgrados en el área de Cambio Climático (ver sección 5.4).

Un componente central para nutrir el BMAI es integrar la innovación. Las necesidades de innovación se pueden encontrar a lo largo de todas las etapas del Plan. En este sentido se puede explorar la posibilidad de gestionar concursos de diseño e incluir los diseños innovadores en la modelación de identificación de medidas. Asimismo, es necesario que el sector cuente con un portafolio de opciones sobre técnicas de ingeniería innovadoras así como nuevas tecnologías, que puedan ser aplicadas a la construcción de la infraestructura del sector, que promuevan la reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura, que incentive una adecuada gestión ambiental del sector, que tenga en cuenta su impacto en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

La identificación de medidas innovadoras debe hacerse desde la etapa de diseño de la infraestructura, ya que en las etapas posteriores existirán acuerdos contractuales que no podrán ser modificados fácilmente.

17 Un ejemplo de esto es el sistema de alertas desarrollado en la vía Bogotá – Villavicencio en el cual los habitantes de la zona aledaña a la vía informan a la concesión cuando las quebradas crecen de forma inesperada en la parte alta de la cordillera. Este sistema ha permitido evitar catástrofes en la vía relacionadas con eventos hidroclimáticos

Ficha 4. Banco de Medidas de Adaptación Innovadoras (BMAI)

Objetivo:
- Consolidar un portafolio de medidas de adaptación a partir de los resultados de los estudios pilotos, de las experiencias del sector, del Fondo de Adaptación y de los Convenios que se realicen con la Academia.
- Incorporar soluciones innovadoras dentro de las medidas de adaptación al cambio climático de la RVP.

Acciones:
- Implementar el Banco de Medidas de Adaptación Innovadoras (BMAI) que sirva como referencia y también nutra a los desarrolladores de infraestructura (concesionarios, constructores, contratistas, etc.).
- Articular los esfuerzos de la academia, los grupos de investigación, las agremiaciones, las cámaras y las entidades públicas y privadas del sector en torno a la innovación en las medidas de adaptación.
- Proponer a la academia mecanismos para que esta participe en la innovación de las medidas de adaptación.
- Desarrollar un concurso de innovación con premios para generar prototipos que puedan ser probados.
- Comunicar las medidas encontradas en el BMAI mediante seminarios, enlace en la página web y otros mecanismos de difusión.
- Conectar la investigación a los temas de divulgación, educación y capacitación de los temas de Adaptación y RVP.
- Articularse con el Sistema de Información Vial Climático del Plan VIAS-CC.

Acciones ya emprendidas:
- En el país se llevan a cabo labores de investigación y desarrollo en temas de ingeniería y otras áreas del conocimiento por parte de universidades, centros de investigación, empresas, etc.
- La Subdirección de Estudios e Innovación del INVIAS se encarga de revisar continuamente las tecnologías y prácticas constructivas para modificar las especificaciones y manuales de construcción de carreteras de tal forma que incluyan innovaciones probadas en la materia.
- Algunos concesionarios de la ANI han desarrollado tecnología y prácticas innovadoras para hacer frente amenazas hidroclimáticas y otras (sísmica, geológica, sistemas de alertas, etc.). Estos modelos deben revisarse para ser replicados en el resto de la red vial contra las amenazas hidroclimáticas.
- Existen actualmente en el mercado métodos de estabilización de suelos, drenaje, etc. basados en el uso de plantas y otras técnicas constructivas no convencionales que pueden divulgarse para lograr su uso extendido en el desarrollo de infraestructura vial.

Responsables directos: Ministerio de Transporte, ANI, INVIAS.
Otros actores: MADS, Superintendencia de Puertos y Transporte, IDEAM, UNGRD, Entidades del SINA, entre otras.

Tiempo de implementación: 1 año para montarlo e indefinido para mantenerlo.

Valor total estimado: $ 750.000.000
- Banco de Medidas de Adaptación Innovadoras: $ 250.000.000
- Concursos de innovación: $ 300.000.000
- Mantenimiento y gestión por 5 años: $ 200.000.000

Posibles Fuentes: Ministerio de Transporte, ANI, INVIAS y recursos de cooperación internacional para temas ambientales.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Estructurar Banco de Medidas de Adaptación Innovadoras	0/1	1/1

5.1.5 Implementación de medidas de adaptación (Fase 5)

Existen diversas medidas de adaptación, incluyendo aquellas que cambian la forma de planificar, construir y mantener las vías mediante intervenciones mayores (túneles, viaductos etc.) o menores como los sistemas para desarrollar taludes y drenajes, los materiales utilizados en la construcción de las vías e innovaciones en su diseño. Otras son medidas de adaptación basada en ecosistemas como la conservación de ecosistemas estratégicos, o medidas con la comunidad para la conservación de las vías o

el cuidado del entorno para no ejercer una presión adicional en la vía. Otras medidas corresponderán a adecuaciones contractuales y aspectos normativos posibles de modificar en las nuevas licitaciones.

En este contexto, implementar las medidas de adaptación en la práctica tendrá dos rutas: i) la primera es implementar las medidas en los (5) casos piloto, y escalar estas medidas utilizando la Guía Nacional para la Adaptación Vial para abarcar en el tiempo la totalidad de las vías existentes; ii) segundo, utilizar la experiencia de los análisis de vulnerabilidad y de la Guía Nacional para Adaptación Vial para planificar e implementar medidas de adaptación en las vías nuevas del país.

Estas dos rutas se describen a continuación.

» Implementación de medidas en vías existentes

Las medidas de adaptación de los cinco (5) tramos piloto deberán ser implementadas por las instituciones a cargo de las vías según sea el caso. El Ministerio de Transporte a través del GCC-MT una vez esté creado, coordinará espacios de socialización de los análisis de vulnerabilidad y de concertación de las medidas con los encargados de las vías. Las medidas propuestas a ser implementadas dependerán de un análisis integral de factibilidad, de los recursos financieros disponibles y de la voluntad de la entidad a cargo de las vías para lograr implementarlas. En este contexto, el Plan VÍAS-CC plantea:

- Desarrollar mesas de concertación de las medidas con las entidades a cargo de los cinco (5) casos piloto.
- Estructurar un plan de implementación de las medidas, en el que se establezca un orden de prioridad, el plan de inversiones y el cronograma de ejecución.
- Buscar fuentes de financiación para la implementación de las medidas que le corresponden al sector.
- Efectuar seguimiento al plan de implementación.

Ficha 5. Implementación de medidas de adaptación en vías existentes

Objetivo: implementar las medidas de adaptación en las vías existentes.
Acciones: - Priorizar las medidas de adaptación por cada tramo seleccionado. - Desarrollar mesas de concertación y priorización de las medidas en cada caso piloto. - Estructurar un plan de acción para la implementación de las medidas, incluyendo el plan de inversiones. - Desarrollar los contratos correspondientes a las medidas de adaptación mediante procesos licitatorios según sea el caso. - Implementar y monitorear la implementación de las medidas de acuerdo al plan de inversiones en cada tramo de estudio. - Aquellas medidas que impliquen temas legales o institucionales de orden nacional requerirán pasar a ser analizadas por el Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte junto con las instituciones competentes, priorizando su implementación. - Implementar las medidas propuestas de orden nacional. - Pasar las medidas al formato del BMAI.
Acciones ya emprendidas: Las acciones de reparación y mantenimiento emprendidas a raíz de la Ola invernal 2010-11 por la ANI, INVIAS y el Fondo de Adaptación, en coordinación con los Ministerios de Transporte y de Hacienda y Crédito Público.
Responsables directos: Concesionarios y entidades responsables de las vías de casos piloto. Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT), ANI, INVIAS, Fondo de Adaptación. **Otros actores:** UNGRD.
Tiempo de implementación: a partir del momento en el cual se tengan los estudios piloto a nivel de tramo vial y se hayan identificado las medidas de adaptación correspondientes.
Financiación: Por definir. **Valor total estimado:** no es posible estimar el valor total debido a que dependerá de las medidas de adaptación requeridas para cada tramo. **Posibles Fuentes:** recursos de la Nación, alianzas público-privadas, recursos de la ANI y el INVIAS, Fondo Adaptación, Regalías.

Algunas de las medidas de adaptación propuestas corresponderán al cambio de aspectos contractuales que una vez identificados podrán ser cambiados en todas las nuevas licitaciones.

» Incorporación de medidas de adaptación en vías nuevas

La planificación, implementación y monitoreo de vías nuevas requerirá un aprendizaje continuo para generar términos de referencia y pliegos que incorporen claramente los temas de adaptación al cambio climático en las nuevas licitaciones y en los contratos de concesiones y mantenimiento.

Dado que el presente plan tiene una hoja de ruta para llegar a generar la Guía Nacional para la Adaptación Vial en un periodo de cinco (5) años, se requerirá un periodo de transición para todas las licitaciones que se den en este periodo.

En este periodo de transición se sugiere pedir a los contratistas hacer un análisis de vulnerabilidad de cada tramo de vía bajo los parámetros de análisis que se pedirán a los estudios piloto; asimismo incorporar medidas de adaptación para los tramos más vulnerables.

Para las nuevas vías se pedirá utilizar la Guía Nacional para la Adaptación Vial en la cual se especificará la metodología de análisis de vulnerabilidad climática y también las opciones de adaptación que podrán integrarse en el diseño de las nuevas vías. La utilización de esta Guía será parte integral de los requisitos legales para las futuras licitaciones.

Ficha 6. Incorporación de medidas de adaptación en nuevas vías

Objetivo: incorporar medidas de adaptación en las vías nuevas.
Acciones: - Acordar con las autoridades del sector los parámetros para incluir el cambio climático en las licitaciones para la construcción de nuevas vías con pliegos claros licitatorios que incluyan: • Desarrollar estudios de vulnerabilidad climática en cada tramo de vía nueva bajo los parámetros de estudios desarrollados en los casos piloto y plasmados en la Guía Nacional para la Adaptación Vial. • Incorporar las consideraciones de adaptación más pertinentes en la planificación de las vías, dando prioridad a los tramos más vulnerables, teniendo como parámetro la Guía Nacional para la Adaptación Vial. •Incorporar medidas de adaptación en la construcción de las vías. - Acordar esquemas para incorporar indicadores de cambio climático en el monitoreo de las vías, generando un sistema de información y alertas y desarrollando soluciones para los casos de vulnerabilidad que se presenten.
Acciones ya emprendidas: la ruta del Sol contó con un análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático, siendo la primera vía nueva en incorporar este análisis.
Responsables directos: entidades del sector transporte encargadas de la red vial primaria incluyendo al Ministerio de Transporte, INVIAS y la ANI. Concesionarios y entidades responsables de la construcción y el mantenimiento de las vías. Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT). **Otros actores:** UNGRD.
Tiempo de implementación: a partir de la finalización de la Guía Nacional. Mientras tanto se adoptarán medidas transitorias.
Valor total estimado: el valor deberá ser parte integral del costo de las obras y cuantificado caso por caso. **Posibles Fuentes:** recursos de la Nación, alianzas público-privadas, recursos de la ANI y el INVIAS, Fondo Adaptación.

5.2 Eje 2. Gestión de la información y del conocimiento

El éxito del Plan VÍAS-CC depende en gran medida de la gestión de la información (climática, sectorial, ambiental, socioeconómica) y del conocimiento existente o creado durante el proceso de adaptación, así que de su asimilación e integración por parte de las distintas entidades que integran el sector.

Para fortalecer este aspecto se generará el **Sistema de Información Vial Climático - SIVIC**, que recogerá, sistematizará y estandarizará la información ya existente dentro de las entidades del sector como la que se generará a través de los estudios pilotos plasmados en el Plan VÍAS-CC. El SIVIC será compartido por las instituciones del sector transporte y también por el Grupo de Cambio Climático del MADS, alojado en el SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia) y también en los sistemas de información seleccionados por el sector transporte en cada una de sus entidades como el HERMES. El sistema deberá contar con un mecanismo de retroalimentación y estar dotado de los recursos técnicos, humanos y financieros para actualizarlo periódicamente y en forma oportuna.

El objetivo de la creación del SIVIC es por un lado, aumentar la disponibilidad y accesibilidad a la información necesaria para la implementación del Plan VÍAS-CC entre todas las entidades públicas o privadas; por otro lado, generar la información necesaria para monitorear y actualizar constantemente las acciones e información asociada con el Plan. El SIVIC se convertirá en una herramienta básica para la toma de decisiones en el sector y deberá estar disponible para los actores públicos y privados que estén asociados a las vías del país.

La administración, consolidación y uniformización de la información así como la actualización de la información en la medida en que las entidades que la producen la actualicen, estará a cargo del Ministerio de Transporte (en especial el Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT)) junto con los encargados de los sistemas de información en INVÍAS, ANI y Ministerio de Transporte e implicará por lo menos:

- Generar acuerdos interinstitucionales con las entidades generadoras de información (IDEAM, IGAC, ANI, INVIAS, etc.) para tener la información siempre actualizada.

- Definir protocolos de migración de la información requerida.

- Definir protocolos de interoperabilidad entre fuentes de información (WMS, WFS, Bases de datos, etc.)

- Robustecer la infraestructura física y tecnológica.

Ficha 7. Sistema de Información Vial Climático

Objetivo: implementar los sistemas de información y conocimiento requeridos para la implementación del Plan VÍAS-CC.
Acciones: - Desarrollar un Sistema de Información Vial Climático –SIVIC– que incluya e integre información del sector transporte y de cambio climático a escala nacional. - Incorporar al sistema la información que se vaya produciendo como resultado de los análisis de vulnerabilidad de cada uno de los estudios piloto así como la información derivada de otros mecanismos utilizados en el Sector. - Generar indicadores de alerta de vulnerabilidad y riesgo que puedan ser monitoreados y comunicados a través del Sistema. - Alimentar el sistema de información a través de un programa de gestión del conocimiento para que el SIVIC sea nutrido y compartido por todos los actores y acciones relacionados con el plan. - Vincular al sistema el Banco de Medidas de Adaptación e Innovación y el resultado de los proyectos de investigación y tesis en la materia así, como otros procesos propuestos en este plan.

Acciones ya emprendidas:
- Los diferentes sistemas de información de las distintas entidades (el IDEAM, el DANE, el MADS, las CAR, la ANLA, el IGAC, entre otros) administran información socioeconómica, geográfica, ambiental y climática (actual y futura).
- Los sistemas de gestión documental y de información de las distintas entidades que pueden ser tomados como referencia: Ley General de Archivos, ICDE, IDECA, entre otros[18].
- Los estudios de impacto ambiental que deben realizar los concesionarios para los procesos de licenciamiento ambiental contienen mucha información relevante de cada uno de los tramos viales que pueden ser utilizados.

Responsables directos: Ministerio de Transporte y Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT) junto con los encargados de los sistemas de información en las entidades de transporte (ANI, INVIAS).
Otros actores: Oficina de cambio climático del MADS, ANLA, IDEAM, UNGRD, Entidades del SINA, DANE, IGAC, Superintendencia de Puertos y Transporte entre otras.

Tiempo de implementación: el periodo inicial para desarrollar el SIVIC es de 18 meses, pero su mantenimiento, mejoramiento y actualización es continuo durante los 3,5 años.

Valor total estimado: $ 2.550.000.000
$ 1.500.000.000 para su desarrollo inicial.
Presupuesto de mantenimiento y actualización: $ 300.000.000

Posibles fuentes: recursos de la Nación; cooperación internacional.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Implementación del sistema de información	0/1	1/1
Integración del Banco de Medidas de Adaptación e Innovación	0/1	1/1
Sistematización de la respuesta ante emergencias	NO	SI
Sistema de ayuda a la navegación – RVP – a través del SIVIC	NO	SI
Estandarización de la información	Muy Baja	Alta
Accesibilidad a la información	Baja	Alta

5.3 Fortalecimiento de la capacidad institucional y coordinación interinstitucional

El éxito del proceso de adaptación en el sector vial primario está directamente ligado a la capacidad y nivel de ejecución de las medidas, pasos y ejes definidos en este Plan. De igual manera depende de una unión de esfuerzos para convertir la adaptación en un motor para el desarrollo futuro del sector vial.

Para cumplir estas metas, se requiere: i) garantizar un andamiaje institucional que permita impulsar, articular y coordinar los esfuerzos entre distintas instituciones públicas y privadas del orden nacional y local. ii) crear la capacidad institucional adecuada, la cual permitirá crear las condiciones favorables para impulsar la implementación del Plan así como impulsar las medidas plasmadas en el mismo.

En este orden de ideas, el presente eje establece tres (3) niveles de acción:

• Fortalecimiento de la capacidad institucional del sector para la adaptación a través de la creación de un Grupo de Cambio Climático al interior del Ministerio de Transporte (GCC-MT).

• Fortalecimiento de la coordinación interinstitucional para la adaptación a través de la Institucionalización del Comité Interinstitucional de Cambio Climático para el sector de Transporte.

• Fortalecimiento de capacidad para la toma de acción en materia de adaptación en el sector a través de una serie de encuentros "VÍAS-CC: la ruta de la adaptación y competitividad".

18 ICDE: Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (IGAC)
IDECA: Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital - UAECD)

5.3.1 Fortalecimiento institucional en el sector transporte: creación del Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT)

El Ministerio de Transporte es el ente líder que impulsará la implementación, monitoreo y seguimiento del plan de adaptación así como liderará la incorporación de la adaptación en el sector vial primario de Colombia.

Con este fin se creará un Grupo de Cambio Climático en el seno del Ministerio de Transporte para: i) impulsar la implementación de las medidas del Plan de adaptación así como efectuar las acciones de monitoreo, seguimiento y evaluación de las mismas; e ii) incorporar el cambio climático como un eje transversal en la planificación y el desarrollo sectorial.

La labor del GCC se enmarcará en una visión integral y de desarrollo compatible con el clima que trascienda las divisiones tradicionales entre adaptación y mitigación, promocionando acciones innovadoras que permitan convertir el cambio climático en una oportunidad para el desarrollo y la competitividad sectorial a mediano y largo plazo.

En materia de implementación del Plan, el Grupo de Cambio Climático tendrá como funciones principales las asociadas a la ejecución de las medidas plasmadas en los distintos ejes estratégicos del Plan. En este sentido, la labor se centrará principalmente en garantizar que los ejes del Plan se cumplan en forma organizada y oportuna.

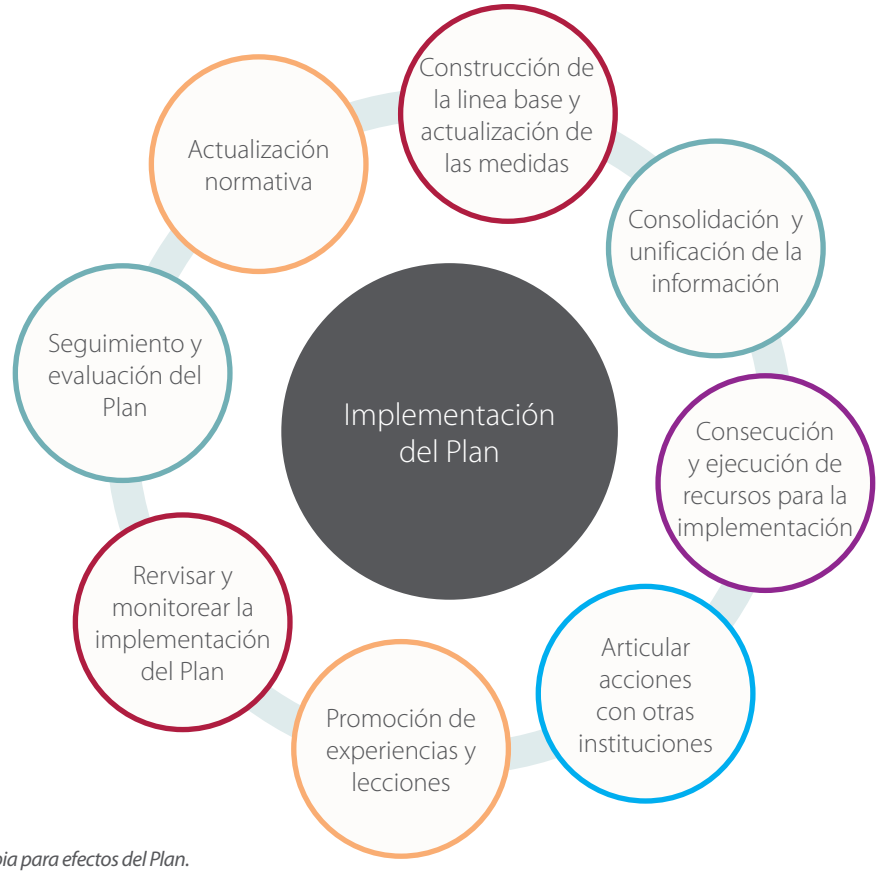
De manera más específica, se prestará una atención especial a:

- La generación, actualización, consolidación, uniformización y divulgación de la información de acuerdo a lo establecido en la sección 5.2;

- La identificación de fuentes para financiar las medidas y la ejecución de dichos recursos cuando sea necesario;

- La coordinación de acciones con las entidades relevantes para los fines de generar un proceso de adaptación exitoso.

Figura 15. Funciones del GCC-MT para la implementación del plan basado en las medidas para la adaptación en el sector vial primario de Colombia.



Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

- La promoción del intercambio de experiencias y lecciones así como de innovaciones;

- El monitoreo de los avances;

- El seguimiento y la evaluación de los resultados en cada etapa del proceso a través de indicadores relevantes que permitan capturar los éxitos y fracasos;

En materia de incorporación de la adaptación en la planificación y el desarrollo sectorial, el Grupo de Cambio Climático se enfocará en:

- Apoyar la planificación sectorial preparando los insumos y acompañando técnicamente a las demás dependencias del Ministerio de Transporte y sus entidades adscritas para garantizar que los factores climáticos presentes y futuros estén debidamente incorporados en los ejercicios de planificación del sector;

- Asegurar que los ejercicios de planificación del sector se articulen con las instancias y procesos de planificación territoriales, ambientales y dentro de las entidades del sector para maximizar las oportunidades, evitar la duplicidad de esfuerzos y optimizar los recursos humanos y financieros.

- Identificar y gestionar las actualizaciones normativas requeridas para la incorporación efectiva de la adaptación en el sector y la correcta implementación del Plan.

- Encargarse de la secretaría técnica del Comité Interinstitucional de Cambio Climático del Sector Transporte.

Los retos que plantea la implementación del Plan así como la incorporación de la adaptación en la planificación y el desarrollo estratégico del sector vial primario, requiere la conformación un equipo multidisciplinario que pueda liderar dichos procesos desde el Ministerio de Transporte. Esta acción de fortalecimiento institucional por medio del aumento de la capacidad técnica y humana permitirá responder a los diferentes desafíos que el GCC enfrentará a lo largo de su gestión.

El Ministerio de Transporte definirá en que parte del organigrama y de la estructura institucional incluirá el Grupo de Cambio Climático así como las modalidades para conformarlo, de tal modo que le permita no sólo cumplir con sus metas propias sino también con el objeto misional del Ministerio. Se considerará de manera oportuna la articulación del GCC con la UPIT y demás entidades adscritas al Ministerio de Transporte.

Ficha 8. Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT)

Objetivo: fortalecer la capacidad institucional del Ministerio de Transporte a través de la creación de un grupo de trabajo de cambio climático dentro del Ministerio de Transporte.
Acciones: - Definir la misión y acciones del GCC-MT, con énfasis en: i) impulsar la implementación de las medidas del Plan de adaptación así como efectuar las acciones de monitoreo, seguimiento y evaluación de las mismas; e ii) incorporar el cambio climático como un eje transversal en la planificación y el desarrollo sectorial. - Crear el GCC-MT dentro del organigrama del Ministerio de Transporte. - Definir el número de profesionales y sus perfiles, garantizando su carácter multidisciplinario. - Llevar a cabo las acciones definidas dentro de su misión.
Acciones ya emprendidas: el Ministerio de Transporte ya cuenta con un profesional a cargo de los temas de adaptación y gestión del riesgo en el viceministerio de infraestructura.
Responsables directos: Ministerio de Transporte.
Público objetivo: profesionales de distintas disciplinas (politólogo, abogado, relaciones internacionales, comunicaciones, ingeniero civil, ingeniero ambiental y carreras afines).
Tiempo de implementación: 5 años.

Valor total estimado: $ 1.740.000.000
Total mensual: $ 29.000.000 (para un equipo de 7 profesionales, incluyendo un director, 5 profesionales y 1 asistente. La inversión está basada en la tabla oficial de honorarios del Ministerio de Transporte).

Posibles fuentes: recursos propios del Ministerio de Transporte; recursos de la Nación; cooperación internacional.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Número de profesionales contratados	0/7	7
Avances en la ejecución del Plan VIA-CC 2040 (informes de ejecución)	0/8	8

5.3.2 Fortalecimiento de la coordinación interinstitucional: institucionalización del Comité Interinstitucional de Cambio Climático del sector de transporte

En el marco del desarrollo del Plan de Adaptación, el Ministerio de Transporte ha creado un Comité Interinstitucional de Cambio Climático que reúne a distintas instituciones públicas del orden nacional. Este Comité se ha conformado como una plataforma de coordinación y un espacio común para intercambiar visiones, ideas e información a lo largo del proceso de construcción del Plan

Este mecanismo de coordinación es una oportunidad para la implementación del Plan y la incorporación de la temática climática en el sector. En este sentido, el Plan VÍAS-CC institucionaliza este Comité que actuará como:

- Un ente consultivo para la implementación del Plan y monitoreo de sus avances;

- Un órgano de socialización donde se propicie el intercambio de información, experiencias, buenas prácticas, innovaciones y lecciones aprendidas;

- Una plataforma para solucionar las divergencias entre actores claves del sector con el fin de maximizar las oportunidades de la acción conjunta;

- Un espacio de debate sobre los desafíos y las oportunidades de la adaptación para la planificación sectorial y las estrategias de desarrollo y competitividad;

- Un motor para fortalecer las sinergias interinstitucionales y aumentar la eficacia de la gestión del sector en el largo plazo;

- Una instancia que permitirá visualizar las oportunidades de articular acciones interinstitucionales entre los miembros del Comité.

Las entidades del Comité Interinstitucional de Cambio Climático

Ministerio de Transporte (MT)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

Departamento Nacional de Planeación (DNP)

Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Instituto Nacional de Vías (INVIAS)

Agencia Nacional de Infraestructura (ANI)

Con el fin de cumplir con las metas del Plan, los propósitos de coordinación interinstitucional y la incorporación de la adaptación en la agenda del sector, se integrarán a nuevos actores estratégicos, en especial los actores privados y otros que están involucrados en temas de desarrollo y cambio climático.

Los miembros del Comité crearán los mecanismos y las reglas de funcionamiento pertinentes para generar una coordinación efectiva bajo el liderazgo del Ministerio de Transporte y a su vez del GCC-

MT y así cumplir con las funciones estipuladas anteriormente. Así mismo se establecerán las reglas para incorporar a nuevos miembros y definir su nivel de participación correspondiente.

5.3.3 Fortalecimiento de capacidad de los profesionales del sector transporte: serie de encuentros "VÍAS-CC: la ruta de la adaptación y competitividad".

La construcción y el fortalecimiento de capacidad no pasan únicamente por la conformación de grupos de trabajo o plataformas de coordinación. Pasan también por ejercicios que tengan continuidad en el tiempo y un hilo conductor que oriente el proceso. En este sentido, implica un trabajo constante con los actores públicos y privados del sector en distintos niveles (desde lo estratégico hasta el operativo) para que la adaptación haga parte de la agenda público-privada, que los diferentes actores entiendan los retos del cambio climático, los beneficios de la adaptación para la competitividad y el desarrollo sectorial en el corto, mediano y largo plazo, y puedan tomar acciones efectivas.

Por esto, el Plan VÍAS-CC establece la creación de los encuentros "***VÍAS-CC: la ruta de la adaptación y competitividad***", que consiste en la organización de una serie de quince (15) encuentros público-privados que se desarrollaran de manera periódica durante cinco (5) años para discutir distintos temas referentes a la adaptación y la competitividad futura en el sector vial primario de Colombia.

Ficha 9. Serie de encuentros "VIAS-CC: la ruta de la adaptación y competitividad".

Objetivo: - Generar un ciclo de quince (15) encuentros periódicos entre actores públicos y privados entorno a la adaptación al cambio climático como fuente de competitividad sectorial. - Promover el entendimiento y la apropiación del Plan, la importancia estratégica y los beneficios del Plan así como estimular acciones tangibles en materia de adaptación a nivel público y privado. - Crear una red de actores que incorporen de manera efectiva la adaptación en su gestión.
Acciones: - Identificar y contratar a una empresa con experiencia en el liderazgo de procesos de construcción de capacidad y facilitación de procesos participativos. - Definir los temas pertinentes a tratar para la serie de encuentros de acuerdo con temas estratégicos plasmados en el Plan y para la incorporación efectiva de la adaptación en las acciones del sector. - Diseñar la metodología de los encuentros, asegurando su carácter formativo, creativo, inspirador y participativo, incorporando lecciones aprendidas a nivel nacional e internacional. - Desarrollar y preparar los materiales de soporte necesarios. - Crear los mecanismos de convocatoria para asegurar la participación constante de actores públicos y privados relevantes a la serie de encuentros. - Realizar los encuentros, garantizando siempre participación de las regiones. - Llevar a cabo el registro fotográfico y audio-visual de los encuentros, así como las memorias respectivas. - Realizar las acciones de comunicaciones previas y post-encuentro. - Informes finales. - Documento de lecciones aprendidas.
Acciones ya emprendidas: - Ya existen plataformas de diálogos en temas de adaptación y gestión del riesgo en el sector transporte. - Ya existe una base de profesionales que trabajan en los temas de adaptación y gestión del riesgo en las instituciones gubernamentales y el sector privado.
Responsables directos: Ministerio de Transporte y Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT).
Público objetivo: miembros del Comité Interinstitucional de Cambio Climático; instituciones gubernamentales del orden nacional; gremios del sector de infraestructura, de transporte y de ingeniería; concesiones; consultores en temas de infraestructura vial; operadores viales.
Tiempo de implementación: 5 años por un total de quince (15) encuentros (uno cada 4 meses).

Valor total estimado: $ 300.000.000
Este estimado incluye todos los costos referentes a: i) diseño y facilitación para la serie de eventos; ii) preparación de los materiales pertinentes; iii) diseño y estrategia de convocatoria; iv) logística para los encuentros; v) traída de expertos nacionales, expertos internacionales y actores de las regiones; vi) actividades de comunicaciones y memorias; vi) informes finales; vii) lecciones aprendidas.

Posibles fuentes: recursos propios del Ministerio de Transporte; recursos de la Nación; cooperación internacional.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Número de encuentros realizados	0/8	8
Número de personas que hayan participado en los encuentros	0/75	75
Número de personas que hayan participado en toda la serie de eventos	0/45	45
Tipo de organizaciones involucrados en la serie de encuentros	0/6	6
Representación de las distintas regiones del país	0/5	5

5.4 Sensibilización, educación y comunicación en cambio climático

La apropiación de este conocimiento les permitirá plantear las soluciones que el clima trae consigo, y crear las condiciones favorables y habilitantes para acompañar la implementación de las medidas tendientes a reducir la vulnerabilidad de las vías frente al clima del futuro y el cambio climático.

Para esto, el primer paso consiste en generar un claro entendimiento de las implicaciones que tiene el cambio climático en las vías y por ende en las actividades que desempeñan dichos actores a diario (i) en la planeación, construcción, operación y mantenimiento de las vías, ii) en la relación entre la vía y su entorno socioeconómico, y (iii) en entender los ecosistemas y los servicios que se generan o se perjudican alrededor de las vías.

En este contexto, y en concordancia con la sección 5.3 sobre el fortalecimiento de la capacidad institucional, se generarán cuatro frentes de acciones específicas que se enmarcan en los temas de creación y divulgación del conocimiento dentro y desde la academia; y de comunicaciones y divulgación a un público más amplio en y fuera del sector:

• Incorporación del cambio climático y de la adaptación en los currículos de las carreras de ingeniería y carreras afines en las universidades.

• Generación de conocimiento sobre cambio climático e infraestructura vial a través de tesis universitarias.

• La creación de un bus escuela "Ruta de la Adaptación" para llevar el conocimiento a las regiones de manera didáctica.

• La creación de una plataforma web que recopile toda la información más relevante en materia de vías y cambio climático.

5.4.1 Carreras universitarias que integren el cambio climático

La incorporación efectiva del cambio climático y de la adaptación en el sector vial primario pasa no sólo por capacitar a las personas encargadas del sector en el tema sino también por preparar a los futuros profesionales del sector. En este sentido, el papel de la academia es central y es estratégico para el sector que se creen cátedras de cambio climático y desarrollo de infraestructura en facultades de ingeniería civil o carreras relacionadas. En este contexto, este plan plantea la creación de diplomados de cambio climático y desarrollo de infraestructura vial, así como cátedras de cambio climático en las facultades de ingeniería en convenio con diversas universidades.

Ficha 10. Diplomados y Cátedras de Cambio Climático en carreras de ingeniería

Objetivo: desarrollar un diplomado en cambio climático y sector transporte con énfasis en las carreteras y una cátedra permanente en temas de cambio climático en carreras de ingeniería.

Acciones:
- Desarrollar convenios con universidades para desarrollar diplomados y cátedras en temas de cambio climático.
- Conseguir profesores en la temática.
- Generar el programa académico.
- Desarrollar los diplomados y cátedra de manera incremental.

Acciones ya emprendidas:
- Existen pocas cátedras en cambio climático en el país (en forma general opcionales), pero no en las carreras de ingeniería civil y afines.
- Se organizan muchos talleres y seminarios en la temática pero no sistematizados para este tema.

Responsables directos: Ministerio de Transporte (GCC-MT), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Dirección de Cambio Climático) con las universidades que se logre generar convenios. Este tema puede seguirse intensificando y el Ministerio podría becar a sus propios funcionarios para capacitarlos.

Tiempo de implementación: 5 años

Valor total estimado: $ 440.000.000
- Impulso de los primeros 5 diplomados con recursos de cofinanciamiento del sector transporte: $ 80.000.000 por diplomado.
- Apoyo a cátedras en cambio climático y sector transporte: $ 40.000.000 para el diseño de contenidos.

Posibles fuentes: recursos propios del Ministerio de Transporte; recursos de la Nación; cooperación internacional.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Diplomados desarrollados con recursos sector transporte	0/4	4
Diplomados que siguen la tendencia en el país	0/4	4
Número de Universidades con cátedras en cambio climático	0/10	10

5.4.2 Generación de conocimiento innovador desde la academia

Se creará en convenio con Colciencias y con otras instituciones interesadas las becas para el desarrollo de tesis sobre cambio climático y desarrollo de infraestructura vial. Se plantea generar un proceso competitivo para estimular la generación de conocimiento innovador entorno a la temática.

Ficha 11. Tesis universitarias en cambio climático e infraestructura vial

Objetivo: desarrollar un concurso para financiar anualmente 10 tesis de grado en temas de vías y adaptación al cambio climático.

Acciones:
- Desarrollar las bases del concurso de tesis.
- Lanzar el concurso.
- Sistematizar información sobre las tesis y hacerlas asequibles para el sector.

Acciones ya emprendidas: colciencias financia tesis e investigaciones en el país. Sin embargo al ser el tema de cambio climático tan nuevo, aun no se encuentra investigación en las universidades relacionadas al cambio climático e infraestructura vial.

Responsables directos: Ministerio de Transporte (GCC) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Dirección de Cambio Climático); Colciencias; Universidades.

Tiempo de implementación: 5 años.
Valor total estimado: $ 830.000.000 - Bases y coordinación del concurso: $ 30.000.000. - Becas para las 40 tesis: $ 800.000.000 ($2 0.000.000 por tesis).
Posibles fuentes: recursos propios del Ministerio de Transporte; recursos de la Nación; cooperación internacional.
Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Tesis aprobadas, financiadas y en curso de desarrollo	0/40	40

5.4.3 Bus Escuela "Ruta de la adaptación"

Es imprescindible sensibilizar y formar a los actores del sector, usuarios y las poblaciones aledañas a las vías en las regiones. Con el fin de garantizar un mayor alcance de manera creativa, se creará el Bus Escuela "Ruta de la adaptación". Este bus escuela permitirá capacitar en la vía, llegando a los municipios y a las poblaciones vecinas de las vías, sobre la urgencia de entender la adaptación al cambio climático para el mantenimiento de las vías.

Esto incluye posicionar temas como la correlación entre el buen manejo de los ecosistemas alrededor de la vía y el buen estado de las mismas, el manejo de los drenajes y de la estabilización de las vías, las mejores prácticas de adaptación, y entender también los problemas que generan las vías en su área de influencia, manteniendo un análisis de vías vulnerables actualizado y sistematizado. Los recorridos se desarrollarán escogiendo prioritariamente a ocho (8) vías vulnerables al cambio climático que permitirán a su vez recopilar la información necesaria para complementar los casos piloto previstos en este Plan.

Ficha 12. Bus escuela "Ruta de la adaptación"

Objetivo: implementar un bus escuela que recorra las vías primarias del país enseñando y aprendiendo sobre la adaptación.
Acciones: - Contratar a un equipo de 3 profesionales para preparar la ruta e implementar las actividades de la ruta. - Definir las vías que se recorrerán durante la "Ruta de la adaptación". - Contactar a las autoridades locales para definir los sitios donde puntualmente se realizarán las actividades en campo. - Recopilar información valiosa sobre las vías, su mantenimiento y adaptación que pueda ser mostrado en las carreteras de manera eficiente a través de materiales didácticos (películas, cartillas y folletos). - Generar los materiales didácticos. - Acondicionar el bus de la adaptación para que pueda recorrer el país. - Recorrer las ocho (8) rutas de la adaptación en zonas vulnerables a los efectos del cambio climático. - Recopilar información relevante en los puntos vulnerables. - Documentar el recorrido con entrevistas, fotos, vídeos y documentación escrita.
Acciones ya emprendidas: - El Ministerio de Transporte ha desarrollado recorridos en un bus ("La ruta de la ejecución") para ver los avances de las vías. Este mismo sistema permitirá ahondar en la adaptación de las vías. - Los concesionarios y el INVIAS tienen montados esquemas de monitoreo de las vías. Su apoyo será necesario para llevar a cabo los recorridos del bus de la adaptación.
Responsables directos: Ministerio de Transporte y GCC-MT. **Otros actores:** los Actores del Sector, las comunidades alrededor de la vía incluyendo alcaldes de los pueblos y vecinos de la vía.
Tiempo de implementación: 6 meses de preparación y 8 rutas (de 5 días cada una) recorridas en 2 años.

Valor total estimado: $ 1.280.000.000
Valor por recorrido:
Creación del material didáctico: $ 20.000.000
Honorarios para la fase de preparación y recorrido: $ 20.000.000
Viáticos para 5 personas (equipo de trabajo y equipo del bus): $ 5.000.000
Acondicionamiento y alquiler del bus por recorrido: $ 15.000.000
Videos y fotografías: $ 80.000.000
Informe final de cada ruta: $ 20.000.000

Posibles fuentes: recursos propios del Ministerio de Transporte; recursos de la Nación; cooperación internacional; contrapartida del sector privado.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Número de rutas desarrolladas	0/8	8
Materiales didácticos desarrollados	0/3	3
Número de paradas realizadas por recorrido	0/80	80
Documentación visual y escrita de los recorridos	0/8	8

5.4.4 Página web "Cambio Climático y Transporte"

El plan plantea la creación de la página web de cambio climático y transporte para Colombia, donde se vea reflejado tanto acciones de mitigación como acciones de adaptación. Esta página tendrá la mejor información existente en temas de cambio climático y transporte y se posicionará como un canal de divulgación y entendimiento del tema. Se irán mostrando y visibilizando los resultados del análisis de vulnerabilidad, los resultados de los casos piloto de vulnerabilidad, las innovaciones en medidas de adaptación y mitigación que se estén desarrollando en el país, así como otra información relevante en el tema. El Ministerio de Transporte definirá donde se hospedará dicha página, sea en la página del Ministerio mismo o en un hosting independiente.

El desarrollo y la implementación de la página web se acompañarán de unas actividades de producción de contenidos tales como boletines, notas y noticias climáticas que serán mandadas a los diversos actores públicos y privados del sector y serán montadas en la página web en forma oportuna.

Ficha 13. Página web "Cambio climático y transporte"

Objetivo: desarrollar la página web de cambio climático del sector transporte.

Acciones:
- Recopilar información, experiencias, planes, programas y proyectos en temas de cambio climático relacionados tanto con mitigación como adaptación en el sector transporte.
- Diseñar la página web del sector.
- Administración, actualización periódica y mantenimiento de la página con insumos e información diversa en el tema.

Acciones ya emprendidas:
- No existe una página web que integre la información del sector transporte con temas de cambio climático.
- Sin embargo, el Ministerio de Transporte tiene una página web.
- IDEAM tiene también una página con información sobre cambio climático. De igual forma, se está montando una página web del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), lo cual es una oportunidad para tener un link a la página del sector vial.

Responsables directos: Ministerio de Transporte y GCC-MT.
Otros actores: los actores del sector, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IDEAM, DNP.

Tiempo de implementación: 6 meses para el desarrollo de la página. Administración y mantenimiento de la página durante 3 años y medio.

Valor total estimado: $ 50.000.000 Diseño y desarrollo de la página web: $ 10.000.000 Administración y mantenimiento: $ 40.000.000.
Posibles fuentes: recursos propios del Ministerio de Transporte.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Página Web funcionando y con buena información	0/10	10
Actualización oportuna de la página web	0/44	44

5.5 Actualización normativa

El sistema vial primario integra distintas entidades a distintos niveles y con diferentes dimensiones tal como se resume en la siguiente tabla. El Ministerio de Transporte y posteriormente el GCC-MT cuando se cree, será el encargado de liderar el proceso de actualización normativa para permitir y garantizar que las medidas de adaptación propuestas se implementen, que se internalicen dentro de las entidades y sus estructuras de costos, tanto para las vías existentes como las futuras.

En ausencia de una normativa general sobre cambio climático en el país y en vista de las acciones que se deben implementar, el sector iniciará acciones encaminadas a dotarse de las herramientas necesarias para tener la capacidad para actuar ante el cambio climático.

Para esto, este plan prevé que la actualización normativa se realice a través de 3 fases: i) de diagnóstico, ii) de armonización y; iii) de implementación.

Tabla 4. Caracterización del sistema vial primario.

		SISTEMA VIAL PRIMARIO			
		DIMENSIONES			
		INFRAESTRUCTURA	BIOFÍSICO	POLÍTICO-INSTITUCIONAL	SOCIOECONÓMICO PRODUCTIVO
		-Red vial de transporte terrestre automotor con sus zonas de exclusión, estaciones de pesaje, áreas de servicios y atención, facilidades y su senalización (Ley 1682/13) -Puentes, viaductos, túneles, taludes -Infraestructura actual y futura	-Cuencas -Suelos -Geología -Relieve -Ecosistemas estratégicos-Biomasa	-Instituciones que hacen parte del Sistema Vial Primario -Instrumentos de política -Leyes y normas -Arreglos institucionales -Espacios de coordinación	-Comunicades aledañas a las vías -Comunidades económicamente dependientes de la vía -Sectores Productivos dependientes del transporte carretero -Inversionistas
NIVELES	ESTRATÉGICO	Ministerio de Transporte UPIT	MADS	DNP	MHCP MCIT
	OPERATIVO	ANI -INVIAS	IDEAM ANLA IGAC		Subdirecciones De Infraestructura Y Desarrollo (MHCP) Viceministerios (MCIT)
	CORRESPONSABI-LIDAD SOCIAL	Empresa de servicios públicos	CAR	Gobernaciones Alcaldías	Concesionarios Usuarios J.A.C

Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

La inclusión de funciones de adaptación a la ANI y el INVIAS permitirá internalizar dentro del proceso de diseño los costos de las medidas de adaptación, garantizando así la disponibilidad de recursos para su implementación.

5.5.1 Fase de diagnóstico

El diagnóstico se centrará en identificar cuáles son las actualizaciones normativas requeridas en las instituciones del sector y sus procedimientos (principalmente las entidades adscritas al Ministerio de Transporte que son la ANI e el INViAS) para implementar las medidas, acciones y herramientas descritas en el Plan VÍAS-CC. Las actualizaciones van desde lo general (incluir el tema de adaptación en el próximo Plan Nacional de Desarrollo y realizar actualizaciones normativas en las instituciones) hasta lo específico (verificar que para el análisis de un tramo vial especifico identificado como vulnerable, se articulen las medidas resultantes de la modelación con los POMCAS de las cuencas aledañas, POT de las zonas donde se tiene previsto realizar nuevas vías, entre otros).

Esta fase utilizará 3 instrumentos:

1. La elaboración de un mapa de procesos sobre el ciclo de vida de las vías y los instrumentos legales aplicables.

2. Análisis de la actualización normativa de cara a los otros 4 ejes del plan.

3. Los resultados de los estudios piloto en donde se han incluido como parte de la metodología de análisis, un análisis amplio e integral de las normas e instrumentos legales utilizados y aplicados en el ciclo de vida de cada uno de los cinco (5) tramos viales. Esto servirán como insumo para determinar en la práctica que instrumentos legales deben ser ajustados.

Para las vías futuras, la actualización normativa debe facilitar la articulación de los procesos tanto de identificación de medidas de adaptación como de su implementación en las direcciones del INVÍAS y las vicepresidencias de la ANI. De igual manera el proceso de actualización debe contemplar regulaciones que extiendan las medidas de adaptación a los concesionarios dentro de sus diseños y presupuestos.

Con respecto a la infraestructura existente, se facultará la ANI y el INVIAS, y de que sea necesario al Fondo de Adaptación (FA), para estructurar contratos de mantenimiento que incluyan las medidas de adaptación resultantes de la estimación de vulnerabilidad y riesgo tal como se estipula en el presente Plan.

Con respecto al FA, será necesario definir su permanencia y en tal caso especificar sus nuevas funciones a largo plazo así como su relación normativa con las demás entidades del sector vial. Actualmente el FA solo depende del Ministerio de Hacienda y Crédito Público pero no del Ministerio de Transporte.

La actualización normativa deberá tomar en cuenta los otros 4 ejes de acción del Plan VÍAS-CC, toda vez que en cada eje presenta una necesidad de ajustar las normas del sector así:

Tabla 5. Aspectos que considerar para la actualización normativa.

EJE 5. ACTUALIZACIÓN NORMATIVA

Eje 1. Vías adaptadas con innovación	Eje 2. Sistema de Información Vial Climático – SIVIC	Eje 3. Fortalecimiento de las capacidades institucionales	Eje 4. Sensibilización, educación y comunicaciones
La actualización normativa para la inclusión del cambio climático y la adaptación derivada de este eje deberá tener en cuenta como mínimo: 1. El diagnóstico normativo resultante de los proyectos pilotos 2. Términos de referencia de los contratos que se ocupan de cada etapa del ciclo de vida de las vías. 3. Manuales técnicos del INVIAS. 4. Requisitos de las licencias ambientales. 5. POMCAS. 6. Planes de Ordenamiento Territorial. 7. Planes de gestión social asociados a las vías.	La actualización normativa para la inclusión del cambio climático y la adaptación derivada de este eje deberá tener en cuenta como mínimo: 1. Las políticas y normas de cada entidad participante en el SIVIC en lo concerniente al manejo, tratamiento y suministro de datos e información. 2. Contratos de concesión en lo que respecta al suministro de información por parte de los concesionarios.	La actualización normativa para la inclusión del cambio climático y la adaptación derivada de este eje deberá tener en cuenta como mínimo: 1. Los aspectos misionales y visionales de las entidades que integran el sector. 2. Políticas de gastos. 3. Normas presupuestales de las entidades.	La actualización normativa para la inclusión del cambio climático y la adaptación derivada de este eje deberá tener en cuenta como mínimo: 1. Manuales de funciones. 2. Capacidades y limitaciones de tipo contractual en el sector público para establecer convenios y acuerdos de cooperación y colaboración y acuerdos interadministrativos.

Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

Ficha 14. Actualización normativa

Objetivo: identificar y llevar cabo la actualización normativa requerida para la implementación del Plan VÍAS-CC que incluya tres fases (diagnóstico, armonización e implementación).
Acciones: - Realizar un mapa de procesos que integre todo el ciclo de vida de las vías (desde la planificación) con una clara identificación de cada uno de los actores e instrumentos legales (resoluciones, contratos, leyes, manuales de funciones, documentos Conpes, etc.) que intervienen y se utilizan en cada etapa del proceso. (aproximación descendente). - Identificar las actualizaciones normativas requeridas de cara a los ejes de acción del Plan. - Tomar en cuenta las recomendaciones normativas que surjan de la implementación de los casos piloto los cuales deberán integrarse a todos los procesos contractuales que recaigan tanto en las vías existentes y especialmente para las vías futuras. - A través del mapa de procesos y con los resultados del análisis normativo de los proyectos pilotos y de los ejes del plan, se identificarán y recomendarán los cambios a ser introducidos a los instrumentos legales pertinentes (licencias ambientales, pliegos de condiciones y términos de referencia, normas de contratación pública, resoluciones internas, manuales de funciones, POT, etc.), para incluir las consideraciones sobre cambio climático y adaptación que faciliten la implementación de las medidas y acciones derivadas del presente plan. - Comunicar las recomendaciones y resultados de los análisis a las diferentes entidades y actores involucrados. - Implementar las actualizaciones y cambios normativos de forma participativa y articulada.

Acciones ya emprendidas:
- Durante la elaboración del Plan VIAS-CC, se intercambió información fundamental para la articulación interinstitucional desde un punto de vista legal y normativo.
- El Plan Nacional de Adaptación – PNACC ha identificado una serie de instrumentos legales y de política que deben ser tenidos en cuenta.

Responsables directos: Ministerio de Transporte.
Actores involucrados: MADS, DNP, UNGRD, IDEAM, INVIAS, ANI, FA, UPIT.
Otros actores: INVEMAR, DANE, CARs, MHCP, Gobernaciones, Concesionarios, Consultores.

Tiempo de implementación: 5 años.

Valor total estimado: $ 600.000.000

Posibles fuentes: recursos propios del Ministerio de Transporte.

Indicadores de monitoreo:

Descripción	Línea Base	Meta
Mapa de procesos que incluya todo el ciclo de vida de la vía.	0/1	1
Número de instrumentos legales (Pliegos de condiciones, términos de referencia) modificados y que incluyen consideraciones de cambio climático	0/5	5
Número de normas que hayan sido revisadas e incluyan consideraciones de cambio climático	0/5	5

5.5.2 Fase de armonización

Con fundamento en el diagnóstico, se debe realizar una labor de armonización normativa, en especial en cuanto a las normas de las instituciones del sector: Ministerio de Transporte, ANI e INVIAS y posteriormente con los instrumentos normativos de otros sectores e instituciones involucradas de forma directa en el ciclo de vida de la infraestructura (ANLA, IDEAM, IGAC, INVEMAR, CARs, Gobernaciones y Alcaldías, Empresas de Servicios Públicos). Esta fase de armonización debe también tener en cuenta los 4 primeros ejes del Plan VÍAS-CC.

5.5.3 Fase de implementación

Toda la información recolectada durante la fase de diagnóstico y de armonización alimentará la estrategia de implementación de la actualización normativa que liderará el Ministerio de Transporte.

6. Financiamiento del Plan VÍAS-CC

6.1 Inversión requerida para implementar el Plan VÍAS-CC

La tabla 6 muestra la inversión requerida para implementar los distintos ejes estratégicos del Plan VÍAS-CC. El monto total de inversión estimado es de $ 16.540.000.000 de pesos colombianos, los cuales no incluyen las inversiones necesarias en medidas de adaptación que surjan de los análisis de vulnerabilidad propuestos en este plan.

En todo caso, esta inversión inicial tiene como propósito crear las condiciones para identificar e invertir en medidas preventivas así como evitar tener que invertir en acciones reactivas. A manera de ejemplo la reconstrucción y rehabilitación de las vías impulsadas por el Fondo de Adaptación después del fenómeno de La Niña 2010-2011 alcanzaron montos alrededor de 2,5 billones de pesos.

Eso implica, por un lado, que el país debe invertir en la rehabilitación de puntos vulnerables con medidas de adaptación innovadoras y por el otro debe prever pliegos de condiciones claros para las nuevas vías con todos los temas de adaptación al cambio climático incorporando la adaptación a los pliegos económicos y financieros.

En términos generales, la inversión requerida para adaptar las vías existentes, diseñar y construir vías futuras resilientes e implementar medidas para que todo el sistema se adapte, es siempre menos costoso que enfrentar el problema cuando ya se han materializado las amenazas. Diversos ejemplos internacionales demuestran que por un mismo periodo de tiempo, la inversion preventiva sera menor que los costos relacionados a acciones reactivas y correctivas.

Aunque algunas medidas de adaptación, principalmente las medidas de gran infraestructura como los viaductos o túneles puedan llegar a ser costosas, son generalmente duraderas y costo efectivas, con altas tasas de retorno por los ahorros que trae al evitar pérdidas en el tiempo. Así permite aumentar la competitividad de las vías en el mediano y largo plazo, reduce los costos de mantenimiento, disminuye los días de cierre en las vías, entre otros. Adicionalmente permite evitar pérdidas humanas en los casos en los que las inundaciones o deslizamientos traen como consecuencia de este tipo de circunstancias.

La inversión de $ 16.540.000.000 de pesos para identificar las medidas de adaptación preventivas será el punto de partida para implementar medidas costo-efectivas que se pagarán en el mediano plazo al reducir los costos de reconstrucción o rehabilitación.

6.2 Opciones de fuentes financieras para implementar el Plan VÍAS-CC

Las acciones plasmadas en los distintos ejes estratégicos del Plan VÍAS-CC se financiarán a través de distintos mecanismos:

i) Recursos propios del Ministerio de Transporte y de las entidades del sector para desarrollar lo planteado en los 5 ejes del plan en cada una de las fichas presentadas.

ii) Recursos de cooperación internacional que complementen los recursos nacionales para el desarrollo de las actividades planteadas en el plan.

Tabla 6. Inversión requerida para el Plan VIAS-CC

EJE	FICHA-ACTIVIDAD	COSTO
EJE 1. GENERAR MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	Ficha 1. Mapa Nacional de Vulnerabilidad y Riesgo Climático de la RVP	$ 200.000.000
	Ficha 2. Cinco estudios piloto para analizar la vulnerabilidad y el riesgo climático a nivel de tramos viales	$ 7.500.000.000
	Ficha 3. Guía Nacional para la Adaptación Vial	$ 300.000.000
	Ficha 4. Banco de Medidas de Adaptación Innovadoras (BMAI)	$ 750.000.000
	Ficha 5. Implementación de medidas de adaptación en vías existentes	Por defiinr
	Ficha 6. Incorporación de medidas de adaptación en nuevas vías	Por defiinr
	SUBTOTAL EJE 1	**$ 8.750.000.000**
EJE 2. SISTEMA DE INFORMACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	Ficha 7. Sistema de Información Vial Climático - SIVIC	$ 2.550.000.000
	SUBTOTAL EJE 2	**$ 2.550.000.000**
EJE 3. FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL	Ficha 8. Grupo de Cambio Climático del Ministerio de Transporte (GCC-MT)	$ 1.740.000.000
	Ficha 9. Serie de encuentros "VIA-CC: la ruta de la adaptación y competitividad"	$ 300.000.000
	SUBTOTAL EJE 3	**$ 2.040.000.000**
EJE 4. SENSIBILIZACIÓN, EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN	Ficha 10. Diplomados y cátedras de cambio climático en carreras de ingeniería	$ 440.000.000
	Ficha 11. Tesis Universitarias en Cambio Climático e Infraestructura Vial	$ 830.000.000
	Ficha 12. Bus escuela "Ruta de la Adaptación"	$ 1.280.000.000
	Ficha 13. Desarrollo Página Web "Cambio Climático y Transporte"	$ 50.000.000
	SUBTOTAL EJE 4	**$ 2.600.000.000**
EJE 5. ACTUALIZACIÓN NORMATIVA	Ficha 14. Actualización normativa	$ 600.000.000
	SUBTOTAL EJE 5	**$ 600.000.000**
	TOTAL PLAN VIAS-CC	**16.540.000.000**

Fuente: elaboración propia para efectos del Plan.

En cuanto a las obras duras y blandas que se generen para adaptar las vías existentes y para el desarrollo de nuevas vías en el país, se requerirá un esquema de financiación incorporado a las estructuras financieras existentes para el sector tales como:

i) Recursos recurrentes de la nación para las vías actuales no concesionadas que deban incorporar medidas de adaptación. Este esquema podrá incluir recursos del Fondo de Adaptación o el mecanismo que destine la nación para fines de riesgos y adaptación.

ii) Revisión de los esquemas de contratación de las vías ya concesionadas para empezar a integrar costos de adaptación y mantenimiento. Este esquema es gradual en la medida en que los esquemas actuales de concesiones no incluyen los temas de cambio climático.

iii) Para las nuevas vías de cuarta generación y las vías futuras, se espera tener incorporados los temas de cambio climático en los pliegos de licitación. Estas vías cuentan con esquemas público-privados y con estructuración de la banca privada e internacional junto con los recursos propios de la nación. Por tanto, las inversiones deberán ser parte integral de los costos de licitación, construcción y mantenimiento asumidos por el concesionario o por las instituciones correspondientes. Esto permitirá la internalización de los costos de adaptación en el sistema vial, así como la reducción de costos totales al establecer medidas preventivas que ahorrarán los altos costos de reconstrucción de las vías.

En cuanto a la internalización de los costos de las medidas, existen experiencias internacionales en las cuales ya se cuenta con un porcentaje fijo mínimo de inversión obligatoria en adaptación. Varios países han cambiado la relación de las cláusulas de los contratos para que se reflejen los temas de resiliencia ambiental y climática en las inversiones. Muchos países utilizan también recursos propios, incluyendo créditos de banca privada o de desarrollo y esquemas público-privados de financiamiento como es el caso colombiano de las nuevas licitaciones de la ANI.

Adicionalmente, cabe destacar que existen otras opciones de fuentes de financiamiento climático, que tradicionalmente se han enfocado a temas de mitigación más que de adaptación. En el caso de Colombia, la NAMA del Sector de Transporte de Carga está siendo financiada con recursos de cooperación internacional.

Por último, es clave revisar los recursos que se destinan para las etapas de estudios y diseños viales en el país ya que Colombia se caracteriza por un valor promedio muy bajo. A modo de ejemplo, los costos de estudios y diseños de las intervenciones realizadas por el Fondo de Adaptación para reparación de las vías afectadas por la el fenómeno de La Niña 2010-2011, nunca superó el 4% del total de la obra. Asimismo este valor promedio no supera el 5% del valor total de los proyectos en el país. En países como el Reino Unido este valor alcanza el 45% del total de los proyectos. La alta inversión de recursos en esta etapa de planeación incluyendo los temas de cambio climático se ve reflejada en menores costos de mantenimiento y reconstrucción en etapas posteriores.

7. Mensajes finales

El cambio climático es considerado un reto y a la vez una gran oportunidad para innovar en la forma como planificamos los temas sectoriales, los pueblos, las ciudades y los países. El desarrollo compatible con el clima permite enfocar la acción de manera más integral, incluyendo la adaptación y mitigación del cambio climático como una palanca para lograr un desarrollo sostenido y duradero.

El Plan VÍAS-CC se concentra en la adaptación de la red vial primaria por considerarla estratégica para el desarrollo económico y social del país, y será el punto de partida para continuar trabajando con las regiones e innovando en la adaptación para los otros modos de transporte.

Las afectaciones registradas en la infraestructura vial a raíz de los eventos climáticos de los últimos años, dejan en evidencia la necesidad de pensar en implementar medidas preventivas e innovadoras en lugar de reconstruir la infraestructura, solución poco eficiente en el mediano y largo plazo, pues genera altos costos cada vez que se atiende la emergencia, sin resolver de manera definitiva, los inconvenientes que allí se registran.

Actualmente, el país avanza en el Programa Vial de Cuarta Generación de Concesiones (4G), con el propósito de posicionarse como un país competitivo y eficiente en materia de transporte. En este sentido, Colombia, como los demás países del mundo, tiene el reto de desarrollar estas grandes inversiones incorporando los escenarios climáticos futuros en el diseño del sistema vial.

Cambiar la forma actual de construir vías con parámetros climáticos futuros requerirá un periodo de transición y aprendizaje y el compromiso de todos los actores que participan en el desarrollo de esta infraestructura.

Se debe entender que los costos de adaptación iniciales se convierten en inversiones de largo plazo que aseguran su costo-beneficio. La ANI e INVÍAS junto con el Ministerio de Transporte, tienen una oportunidad histórica para analizar y aplicar lo que ya está pasando en otros países, como Estados Unidos e el Reino Unido, quienes están cambiando la manera de construir sus vías generando oportunidades de desarrollo y competitividad.

Las acciones por implementarse en el Plan VÍAS-CC siguen una línea estratégica que comprende en primera instancia el análisis de vulnerabilidad y riesgo en cinco (5) tramos viales pilotos, para la identificación de medidas de adaptación específicas. A partir de estos ejercicios, se construirá una Guía Nacional, que será utilizada posteriormente, para los demás tramos viales. De la cuidadosa construcción de la Guía Nacional, dependerá la adecuada identificación de medidas de adaptación.

En la medida en que se vayan desarrollando los estudios piloto, se identificarán y priorizarán algunas medidas del orden nacional, las cuales deberán estar incluidas en aspectos normativos que podrán cambiarse en todas las nuevas licitaciones una vez identificadas.

Dado que las licitaciones de la cuarta generación (4G) actualmente se están desarrollando, se debe asumir un periodo transicional en el cual se pida a los concesionarios proyectar sus diseños con información climática futura en las cláusulas de las licitaciones

actuales. Asimismo, este reto debe consolidarse como un tema público-privado de innovación y prospectiva.

A pesar de que las entidades que intervienen en el proceso de construcción, mantenimiento y operación de la Red Vial Primaria, han generado e implementado acciones que ayudan a prevenir y/o a dar solución a algunos de los desastres causados por efecto del clima extremo, se hace necesario trabajar en la articulación de todas estas acciones para conseguir resultados más efectivos, que contribuyan a reducir la vulnerabilidad ante las contingencias del clima.

Por su lado, el fortalecimiento de la capacidad institucional es fundamental para facilitar el proceso de adaptación al cambio climático. Para tal efecto, se considera necesario la creación del Grupo de Cambio Climático dentro del Ministerio de Transporte (GCC-MT), el cual articulará a las distintas instituciones del sector y del Gobierno Nacional, y realizará las acciones transversales necesarias para garantizar la implementación exitosa del Plan VÍAS-CC.

De igual modo, se debe dar continuidad al Comité Interinstitucional de Cambio Climático que reúne a distintas instituciones públicas del orden nacional relacionadas con la adaptación del sector vial, el cual se ha consolidado como una plataforma de coordinación y un espacio común para intercambiar visiones, ideas e información a lo largo del proceso de construcción del Plan. En este sentido, y en el marco del desarrollo del Plan se institucionalizará el Comité para mantener este espacio de intercambio de información.

Por tanto, la base de este plan es la toma de conciencia para asumir este reto y de las oportunidades de desarrollo y competitividad asociadas por todos los actores del sector. La educación y capacitación son fundamentales para cimentar las bases concretas de la adaptación en una forma efectiva e incluyente. La información que se generará, nutrirá y optimizará la toma de decisiones, permitirá implementar acciones en ciencia y tecnología y tener a colombianos capacitados en entender los retos climáticos.

El Plan VÍAS-CC ha sido diseñado para ser implementado en 5 años con revisiones quinquenales. El Plan es un proceso dinámico que debe contar con su propio sistema de monitoreo, evaluación y actualización. Para facilitar estas actividades se han incluido indicadores de monitoreo y seguimiento en los distintos ejes estratégicos.

El Plan también cuenta con fichas técnicas que establecen las grandes lineas para concretar el Plan paso a paso. El Ministerio de Transporte con sus aliados estratégicos liderará el desarrollo y la implementación de los proyectos con base en esas fichas.

El Plan se presenta como la hoja de ruta para empezar a actuar y responder a las metas del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país". El Plan se unirá a las acciones de mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero que genera el sector transporte, y en especial con el plan de mitigación ya elaborado por el sector.

Solo al unir las acciones de mitigación y adaptación podremos visualizar un sector transporte adaptado, bajo en emisiones y competitivo, maximizando sus correspondientes co-beneficios en materia de reducción de la pobreza e incremento de la competitividad.

Por último, se deberá articular e integrar a las políticas de Gestión del Riesgo de Desastres adelantadas por el sector, para consolidar acciones afines y así disponer de una infraestructura más segura y sostenible, que genere desarrollo y competitividad para el país en una forma compatible con el clima del futuro.

KOBELCO
KOBELCO

Bibliografía

ADGER, Neil and KELLY, Mick. (1999). Assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. CSERGE Working Paper GEC 99-07

CAMPOS, Ana et Al. (2012) Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas –Bogotá, Colombia: Banco Mundial, 2012. p. 438.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 105. (30, diciembre, 1993). Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1993.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523. (24, abril, 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2012. no. 48411. p. 1 - 16.

COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Documento CONPES 3760. (20, agosto, 2013). Proyectos viales bajo el esquema de Asociaciones Público Privadas: cuarta Generación de Concesiones Viales, 4G. DNP. Bogotá, D.C., 2013.

COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Documento CONPES 3706. (31, octubre, 2011). Importancia estratégica del programa "corredores prioritarios para la prosperidad". DNP. Bogotá, D.C., 2011.

COLOMBIA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS "JOSÉ BENITO VIVES DE ANDRÉIS" (INVEMAR). (2014). Visor Geográfico GeoClimares. Santa Marta. Disponible en: <http://cambioclimatico.invemar.org.co/geoclimares>

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Mapa de Cambio en Porcentaje de la Precipitación del Multimodelo entre el clima presente y el periodo 2011 - 2040. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Mapa de Cambio en Porcentaje de la Precipitación del Multimodelo entre el clima presente y el periodo 2041 - 2070. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Mapa de Cambio en Porcentaje de la Precipitación del Multimodelo entre el clima presente y el periodo 2071 - 2100. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Mapa de Diferencia de la temperatura media del Multimodelo entre el clima presente y el periodo 2011 - 2040. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Mapa de Diferencia de la temperatura media del Multimodelo entre el clima presente y el periodo 2041 - 2070. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Mapa de Diferencia de la temperatura media del Multimodelo entre el clima presente y el periodo 2071 - 2100. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Vulnerabilidad Ambiental del Territorio 2011 – 2040. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Zonas susceptibles a inundación. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2010). Susceptibilidad general del terreno a los deslizamientos de tierra. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVIAS). (2014). Estado de la red mediante criterio técnico. Cifras de Junio de 2014. Disponible en: <http://invias.gov.co/index.php/red-vial-nacional/2-uncategorised/57-estado-de-la-red-vial>

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVIAS). (2014). Red Nacional de Carreteras. [Shape]. Bogotá

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2012). Estadísticas 2012. Oficina Asesora de Planeación – Grupo Planificación Sectorial.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1240. (26, abril, 2013). Por la cual se adoptan los criterios técnicos, la Matriz y la Guía Metodológica para la categorización de las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras o Red Vial Nacional y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2013. no. 48773. p. 28 - 34.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2012). Transporte en Cifras – versión 2012. Disponible en <https://www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=15>

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (Cepal). (2012). Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011. Bogotá: Misión BID – Cepal.

DNP-BID. (2014). Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia – Síntesis. Bogotá, Colombia. p. 85.

DNP et al. (2012). ABC: Adaptación Bases Conceptuales - Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

EPYPSA. (2012). Estudio para la elaboración del plan estratégico Intermodal de infraestructura de transporte.

ESTADOS UNIDOS. U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION: FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). (2012). FHWA's Climate Change and Extreme Weather Vulnerability Assessment Framework. p. 31. Disponible en <https://www.fhwa.dot.gov/environment/climate _change/adaptation/publications_and_tools/vulnerability_assessment_framework/>

GIZ. (2013). Adaptación basada en los ecosistemas (AbE). Un nuevo enfoque para promover soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en diferentes sectores.

IPCC. (2007). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. En: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. (2013). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. En: IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 (AR5). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

LOWE, Jason. A. et Al. (2009). UK Climate Projections science report: Marine and coastal projections – Chapter 7. Exeter, UK: Met Office Hadley Centre. p. 85 – 91.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2014). Adaptación basada en comunidades (AbC): Bases conceptuales y guía metodológica para iniciativas rápidas de AbC en Colombia / Diesner, Felix. Editor: Rocío Rodríguez Granados. Bogotá, D.C, Colombia, p. 66.

MINISTERIO DE TRANSPORTE (2014) Documento de visión "Cambio Climático y Sector Vial en Colombia".

PACHÓN, Álvaro y RAMÍREZ, María Teresa. (2005). La infraestructura de transporte en Colombia durante el siglo XX: una descripción desde el punto de vista económico. Bogotá: Fondo de Cultura Económica – Banco de la República, 2005.

PÉREZ, Gerson J. (2005). La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia. En: Documentos de trabajo sobre economía regional. Octubre 2005. No. 64. Banco de la Republica. Centro de Estudios Económicos Regionales. p. 70.

Glosario

En el marco del Plan VIAS-CC, se tomarán en cuenta las siguientes definiciones:

Cambio climático: importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (Ley 1523 de 2012).

Adaptación: comprende el ajuste de los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos actuales o esperados o a sus efectos, con el fin de moderar perjuicios o explotar oportunidades beneficiosas, En el caso de los eventos hidrometeorológicos la Adaptación al Cambio Climático corresponde a la gestión del riesgo de desastres en la medida en que está encaminada a la reducción de la vulnerabilidad o al mejoramiento de la resiliencia en respuesta a los cambios observados o esperados del clima y su variabilidad (Ley 1523 de 2012). En el caso del sistema vial primario, implica planificar e implementar un proceso de adecuación constante de los elementos estructurantes del sistema para dar respuesta a un clima cambiante (Ley 1523 de 2012).

Riesgo de desastres: corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Ley 1523 de 2012).

Amenaza: peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012).

Vulnerabilidad: de acuerdo con el IPCC, la vulnerabilidad se define como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos del cambio climático, particularmente de la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Esta se puede evaluar en términos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (IPCC, 2007). Estos conceptos se definen a continuación:

- ***Exposición (elementos expuestos):*** se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza (Ley 1523 de 2012).

- ***Sensibilidad:*** predisposición física del ser humano, la infraestructura o el medio ambiente de ser afectados por una amenaza debido a las condiciones de contexto e intrínsecas que potencian el efecto de la amenaza (ABC, 2012). La sensibilidad, que es función de las condiciones inherentes al sistema, se puede estructurar a partir de la caracterización de los suelos, la cobertura vegetal, los ecosistemas transformados, el índice de aridez y la erosión en las zonas secas. Tal índice es definido, como el grado en que un sistema puede ser afectado positiva o negativamente, por los estímulos relacionados con el clima.

- ***Capacidad de adaptación:*** capacidad de un sistema y de sus partes de anticipar, absorber, acomodar o recuperarse de los efectos de un disturbio de una forma oportuna y eficiente. Esto incluye la capacidad para preservar, restaurar y mejorar sus funciones y estructuras básicas (ABC, 2012).

Anexos

Anexo 1. Aspectos sugeridos para el análisis de vulnerabilidad y riesgo a nivel de tramo vial

Como se describió a lo largo del documento, la Vulnerabilidad y el Riesgo de cada uno de los elementos de la Red Vial frente al Cambio Climático son muy específicos y dependen en gran medida del contexto geográfico, social, político y económico en el que se encuentra cada tramo vial.

Las medidas de adaptación se formulan a partir de las características que hacen vulnerable un tramo de red vial, mientras que la estimación del riesgo permite hacer la priorización de las medidas y los tramos.

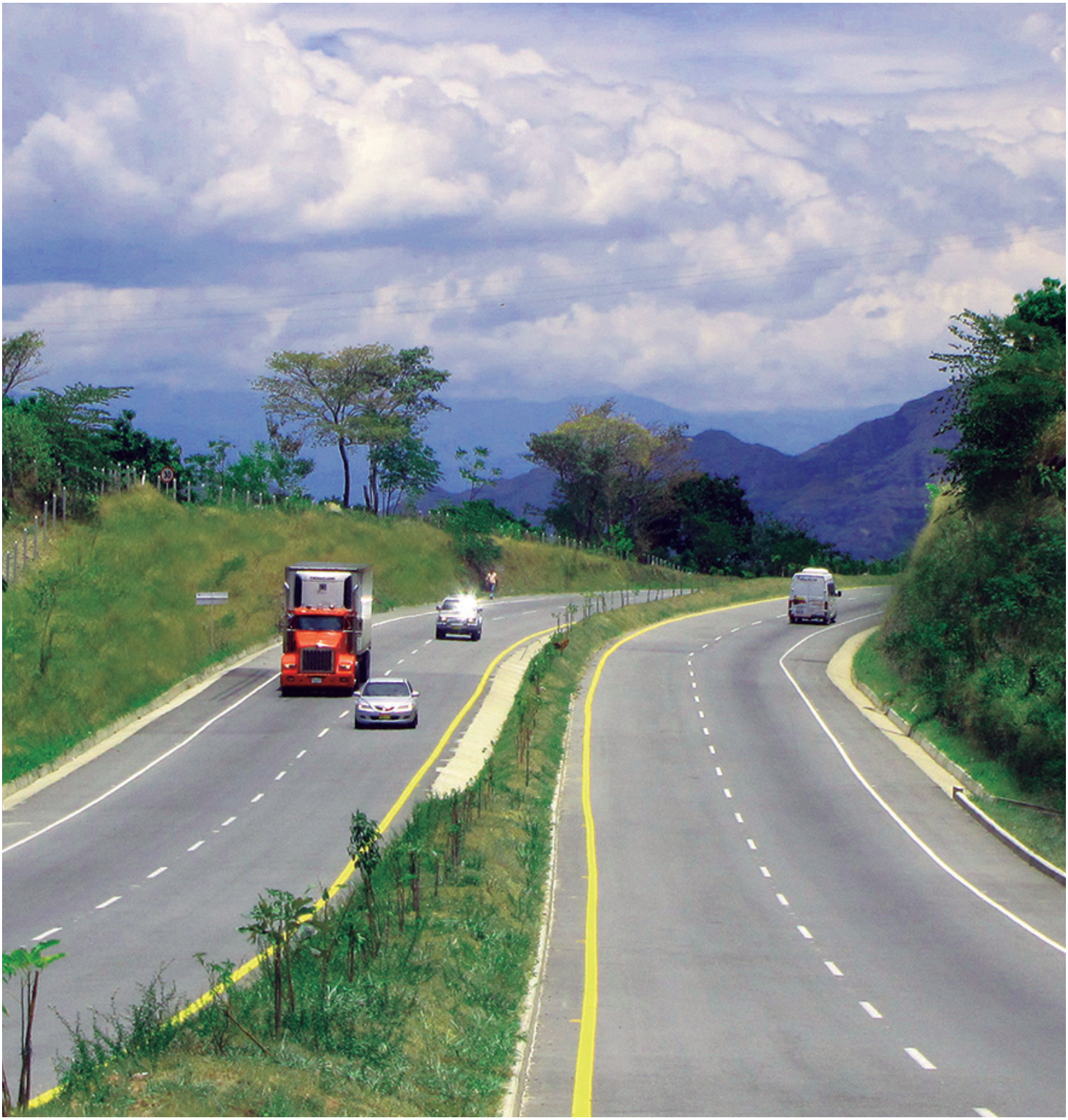
A continuación, se presenta una lista de aspectos relacionados con las vías que se recomienda sean tenidos en cuenta para describir los tramos. Esta lista no es exhaustiva por lo que debe revisarse para determinar si hay aspectos que hacen falta o que no son relevantes para el análisis.

Tabla 7. Aspectos a considerar para realizar el estudio de vulnerabilidad y riesgo asociado a variabilidad y cambio climático.

		Parámetro	Aspecto
Vulnerabilidad	Exposición	Amenaza	Precipitación
			Nivel del Mar
			Temperatura
		Ubicación	Inventario Vial
			Cuencas
			Ecosistemas/Coberturas
			Usos de suelo
			Asentamientos Humanos
	Infraestructura	Sensibilidad	Diseño
			Materiales
			Edad/Vida Útil
			Prácticas Constructivas
			Mantenimiento
		Capacidad Adaptativa	Tecnología
			Equipos/Procedimientos de atención de emergencias
			Recursos/Protección Financiera ante desastres
			Marco Legal/Normativa
			Educación
			Capacidad Institucional
			Conocimiento/Información

Vulnerabilidad	Biofísico	Sensibilidad	Hidrología
			Relieve/Geología/Geomorfología/Suelos
			Ecosistemas/Coberturas (Servicios ecosistémicos)
			Usos del suelo
		Capacidad Adaptativa	Evolución y Capacidad adaptativa Intrínseca
			Tecnología
			Equipos/Procedimientos de atención de emergencias
			Recursos/Protección Financiera ante desastres
			Educación
			Marco Legal/Normativa
			Conocimiento/Información
			Capacidad Institucional
	Socio-Económico	Sensibilidad	Asentamientos Humanos
			Actividades Económicas (p.ej. Producción Agrícola)
			Manejo de Agua
			Manejo de Residuos
			Orden Público
		Capacidad Adaptativa	Tecnología
			Equipos/Procedimientos de atención de emergencias
			Recursos/Protección Financiera ante desastres
			Educación
			Marco Legal/Normativa
			Conocimiento/Información
			Redundancia
			Capacidad Institucional

	Parámetro	Aspecto
Riesgo	Social	Pérdidas humanas
		Afectaciones a la dinámica social
	Económico	Pérdida de equipos (vehículos p. ej.)
		Pérdidas de infraestructura
		Costo de las Reparaciones de Infraestructura
		Costo del mantenimiento
		Carga perdida
		Carga represada
		Transacciones no realizadas con las mercancías (manufactura, agricultura, industria)
		Transacciones no realizadas por las personas (comercio, turismo)
		Recaudo de peajess
		Servicios conexos desconectados (públicos, comunicaciones, etc.)
	Otros	Reducción en la eficacia de la acción del estado (seguridad, salud)
		Reducción en la capacidad adaptativa frente a estas y otras amenazas (sismo, erupción volcánica, etc.)



MINTRANSPORTE

DNP Departamento Nacional de Planeación

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

ANI Agencia Nacional de Infraestructura

INVIAS INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

NGRD Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - Colombia
Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES