
PLAN DE GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LOS PUERTOS MARÍTIMOS DE COLOMBIA

Documento de Trabajo



Bogotá 2017



MinAmbiente

Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

Luis Gilberto Murillo Urrutia
Ministro

Carlos Alberto Botero López
Viceministro

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

Rodrigo Suárez Castaño
Director

EQUIPO TÉCNICO

Mariana Rojas Laserna
Giovanni Pabón Restrepo
Laura Camila Cruz Moreno
Josefina Sánchez Cuervo
Santiago Uribe Cuentas



Capitán de Navío Francisco Arias Isaza
Director General

Paula Cristina Sierra Correa
Coordinadora de Investigación e Información para
Gestión Marina y Costera

Anny Paola Zamora
Jefe Línea Cambio Global y Política Marina

EQUIPO TÉCNICO

Ximena Rojas Giraldo
Andrés Fonseca
Julio Zawady
Diana Romero
Anny Paola Zamora Bornachera
Kelly Salcedo



MinTransporte

Ministerio de Transporte

Jorge Eduardo Rojas Giraldo
Ministro

Dimitri Zaninovich Victoria
Viceministro

GRUPO ASUNTOS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Juan Felipe Martínez Ochoa
Coordinador

EQUIPO TÉCNICO

Magda Constanza Buitrago Ríos
Silvana García Villarreal

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
MARCO DE NORMATIVO Y DE POLÍTICA PARA LA GESTION DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA	7
CARACTERIZACIÓN DE LOS PUERTOS MARÍTIMOS EN COLOMBIA	9
CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS PUERTOS Y SU VULNERABILIDAD FRENTE AL CLIMA Y AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	13
<i>ZONA PORTUARIA DE LA GUAJIRA</i>	<i>15</i>
<i>ZONA PORTUARIA DE SANTA MARTA</i>	<i>17</i>
<i>ZONA PORTUARIA DE BARRANQUILLA.....</i>	<i>19</i>
<i>ZONA PORTUARIA DE CARTAGENA</i>	<i>21</i>
<i>ZONA PORTUARIA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO</i>	<i>23</i>
<i>ZONA PORTUARIA DE TURBO.....</i>	<i>25</i>
<i>ZONA PORTUARIA DE SAN ANDRÉS ISLA.....</i>	<i>27</i>
<i>ZONA PORTUARIA DE BUENAVENTURA.....</i>	<i>29</i>
<i>ZONA PORTUARIA DE TUMACO.....</i>	<i>31</i>
OPCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO PARA LAS ZONAS PORTUARIAS MARÍTIMAS DE COLOMBIA	33
ESTRATEGIA DE COORDINACIÓN INSTITUCIONAL: MESA NACIONAL PORTUARIA.....	37
GUIA PARA FACILITAR LA INCORPORACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA GESTIÓN PORTUARIA	38
ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES	38
<i>Sub-etapa 1. Estimación de la línea base de gases efecto invernadero y proyección de la trayectoria de las emisiones a futuro</i>	<i>38</i>
<i>Sub-etapa 2. Análisis de la vulnerabilidad frente al cambio climático.....</i>	<i>40</i>
ETAPA 3. FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	48
<i>Sub-etapa 1. Identificación de medidas</i>	<i>48</i>
<i>Sub-etapa 2. Priorización de medidas.....</i>	<i>49</i>
<i>Sub-etapa 3. Financiación.....</i>	<i>50</i>

ETAPA 4. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS	51
ETAPA 5. MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN (MRV) Y MONITOREO Y EVALUACIÓN (M&E)	51
GLOSARIO DE TÉRMINOS	52
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXO 1. ESTUDIO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE CARTAGENA.....	57
SUB-ETAPA 1. CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO PARA LA SPRC.....	60
SUB-ETAPA 2. VULNERABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	66
ETAPA 2. FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE GEI.....	67
ANEXO 2. DOCUMENTOS A CONSIDERAR PARA LA APLICACIÓN DE LA HOJA DE RUTA.....	75

INTRODUCCIÓN

El uso de combustibles fósiles para la generación de electricidad, producción industrial y transporte, sumados a la agricultura y ganadería intensiva producen una capa de gases que impiden salir de la atmósfera la cantidad adecuada de calor producido por el sol, generando el efecto invernadero. Este fenómeno ha generado el calentamiento en el sistema climático; la atmósfera y los océanos se han calentado, los volúmenes de hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado, y algunos fenómenos climáticos extremos han cambiado (IPCC 2014).

A nivel mundial, el crecimiento económico y demográfico continúan siendo los principales motores del incremento en las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), generando mayor demanda de combustibles fósiles y de cambio de uso del suelo para ganadería, agricultura y vivienda, entre otros. A futuro, se espera un mayor calentamiento y nuevos cambios en todos los componentes del sistema climático, producto del crecimiento continuo en las emisiones de GEI. Para contener el cambio climático, será necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de GEI (IPCC 2014).

En Colombia se emitieron 22 millones de toneladas de CO₂ equivalente en 2012, de las cuales el 17% proviene del transporte (IDEAM 2015). Estas últimas aumentaron 25% en tan solo dos años (periodo 2010 – 2012) (IDEAM 2015). El modo marítimo y fluvial, por su parte, representa 9% de las emisiones del sector (IDEAM 2015), sin embargo constituye un foco importante de acción, pues se espera que la cantidad de carga movilizada en los puertos aumente 70% en los próximos 15 años, pasando de 433 MTA de capacidad en 2015 a 617 MTA en 2030 (DNP 2012).

El cambio climático se ha manifestado de diversas formas en el país. Por ejemplo, se evidencia una tendencia a la disminución de las precipitaciones en zonas de páramo, así como incrementos de temperatura máxima, la temperatura media ha aumentado 0,17°C por década (IDEAM 2010) y el número de eventos hidrometeorológicos aumentó 2,6 veces en los últimos seis años (DNP 2015), entre otros.

A futuro se espera que estos cambios sean aún más severos. La temperatura media anual podría incrementarse en 2,14°C para el fin de siglo (IDEAM 2015). Para esta misma época se esperaría que la precipitación media disminuya entre 10 a 30% en cerca del 27% del territorio nacional y aumente entre 10 a 30% en cerca del 14% del territorio (IDEAM 2015). También se ha estimado un aumento del nivel del mar de 3,8 mm/año para la costa Caribe y 1,2 – 2 mm/año para la costa Pacífica (INVEMAR 2003).

Resultado del análisis de estas proyecciones en las zonas portuarias principales, se encontró que más del 80% de ellas presenta una vulnerabilidad frente al cambio climático de media a alta. Esta situación es aún más crítica si se considera la importancia del sector marítimo y portuario en la economía nacional; en 2014 por las zonas portuarias se movilizó 93% de la carga de comercio exterior y se recibió alrededor de 61 mil buques en las costas Caribe y Pacífico, alcanzando los 2 millones de contenedores al año (Superpuertos 2015). Por tanto, identificar e implementar

medidas de adaptación en este sector representa un aspecto crítico para garantizar la competitividad del país en un escenario de cambio climático.

Bajo este contexto es necesario integrar la mitigación de GEI y adaptación al cambio climático en la planificación, operación y desarrollo de los puertos marítimos, en aras de promover un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. Se debe tener en cuenta que la variabilidad climática y el cambio climático tienen dos efectos sobre la competitividad del sector portuario; por un lado, pueden generar un incremento en los costos de operación y mantenimiento y por otro, pueden generar beneficios a través de las oportunidades que se deriven de las diferentes acciones de mitigación de GEI y la adaptación, tales como la participación en mercados de carbono, la reducción de la vulnerabilidad y daños futuros frente a amenazas climáticas, el posicionamiento y la competitividad a nivel mundial, entre otros.

El objetivo de este documento es proveer información básica sobre vulnerabilidad del sector portuario de Colombia y herramientas de adaptación y mitigación de GEI, con el fin de que los puertos nacionales realicen análisis de vulnerabilidad y levantamiento de línea base de emisiones de gases efecto invernadero con mayor especificidad para sus instalaciones y diseñen tanto medidas de adaptación como de mitigación apropiadas a sus condiciones geográficas y de operación. Las acciones de adaptación y mitigación que se presentan en el capítulo 5 son guías que deben considerarse cuidadosamente.

En este Plan se presenta en el marco de políticas de cambio climático que ha orientado las acciones del país en adaptación y mitigación de GEI, desarrolla un análisis de la importancia estratégica de los puertos de Colombia y su situación en un escenario de cambio climático, presenta los lineamientos para facilitar a los tomadores de decisión del sector portuario la incorporación de consideraciones de adaptación y mitigación de GEI en la planificación, desarrollo y operación de los puertos. Adicionalmente, entrega una hoja de ruta/guía que contiene una secuencia de etapas genéricas encaminadas a la formulación de estrategias y medidas de cambio climático que puedan ser incorporadas en los procesos de gestión de los puertos marítimos.

En los anexos se presenta un estudio piloto de aplicación de la hoja de ruta, los detalles de la metodología para el diagnóstico de vulnerabilidad de las zonas portuarias principales y los documentos clave que se deben considerar para desarrollar una implementación exitosa de esta hoja de ruta.

MARCO DE NORMATIVO Y DE POLÍTICA PARA LA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

En aras de prepararse para los desafíos que implica el cambio climático, en el país se ha venido trabajando en la formulación de la Política Nacional de Cambio Climático que articula las seis estrategias nacionales en materia de adaptación, mitigación de GEI, protección financiera ante desastres, gestión del riesgo de desastres y financiamiento climático; la cual establece los lineamientos que deben ser incorporados y visibilizados en los instrumentos de planeación territorial y gestión sectorial, tales como los planes de ordenamiento territorial y ambiental, los planes de desarrollo de las entidades territoriales y los planes de gestión sectoriales, entre otros.

Figura 1. Estrategias de cambio climático en Colombia



Estas iniciativas son respuesta a los compromisos internacionales adquiridos en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (ratificado mediante la Ley 164 de 1994), el Protocolo de Kioto (ratificado mediante la Ley 629 de 2000) y en el Acuerdo de París¹, en el cual Colombia se comprometió a reducir sus emisiones en 20% al 2030, así como adelantar acciones de adaptación que incluyen los planes sectoriales de adaptación al cambio climático.

¹ Este acuerdo se encuentra en proceso de ser ratificado

A nivel nacional, la Ley 1450 de 2011 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos” indicó en su artículo 217 la formulación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).

De esta forma, el PNACC se dividió inicialmente en cuatro fases. En el marco de la primera fase, la conceptual y metodológica, se publicaron los documentos [“ABC Adaptación Bases Conceptuales”](#) y [“Hoja de ruta para la elaboración de los planes de adaptación dentro del plan nacional de adaptación al cambio climático”](#). La segunda ha sido de acompañamiento a formulación de planes, en la cual se apoyó al sector transporte en la formulación del documento [“Plan vías CC: Vías adaptadas y compatibles con el clima”](#), entre otros sectores. La tercera fase es la de implementación de medidas, y la última fase es la de monitoreo y evaluación, para la cual se está trabajando en el Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación.

De forma complementaria, el documento Conpes 3700 de 2011 “Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia” estableció la creación del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) para apoyar las estrategias establecidas en el PND 2010-2014 y crea el Comité de Gestión Financiera con el fin de definir la estrategia financiera.

Posteriormente, la Ley 1753 de 2015 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” en el artículo 170 requiere que los Ministerios de Hacienda, Agricultura y Desarrollo Rural, Minas y Energía, Transporte, Salud y Protección Social, Vivienda, Ciudad y Territorio y Comercio, Industria y Turismo, formulen e implementen planes sectoriales de adaptación al cambio climático y planes de acción sectorial de mitigación de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono.

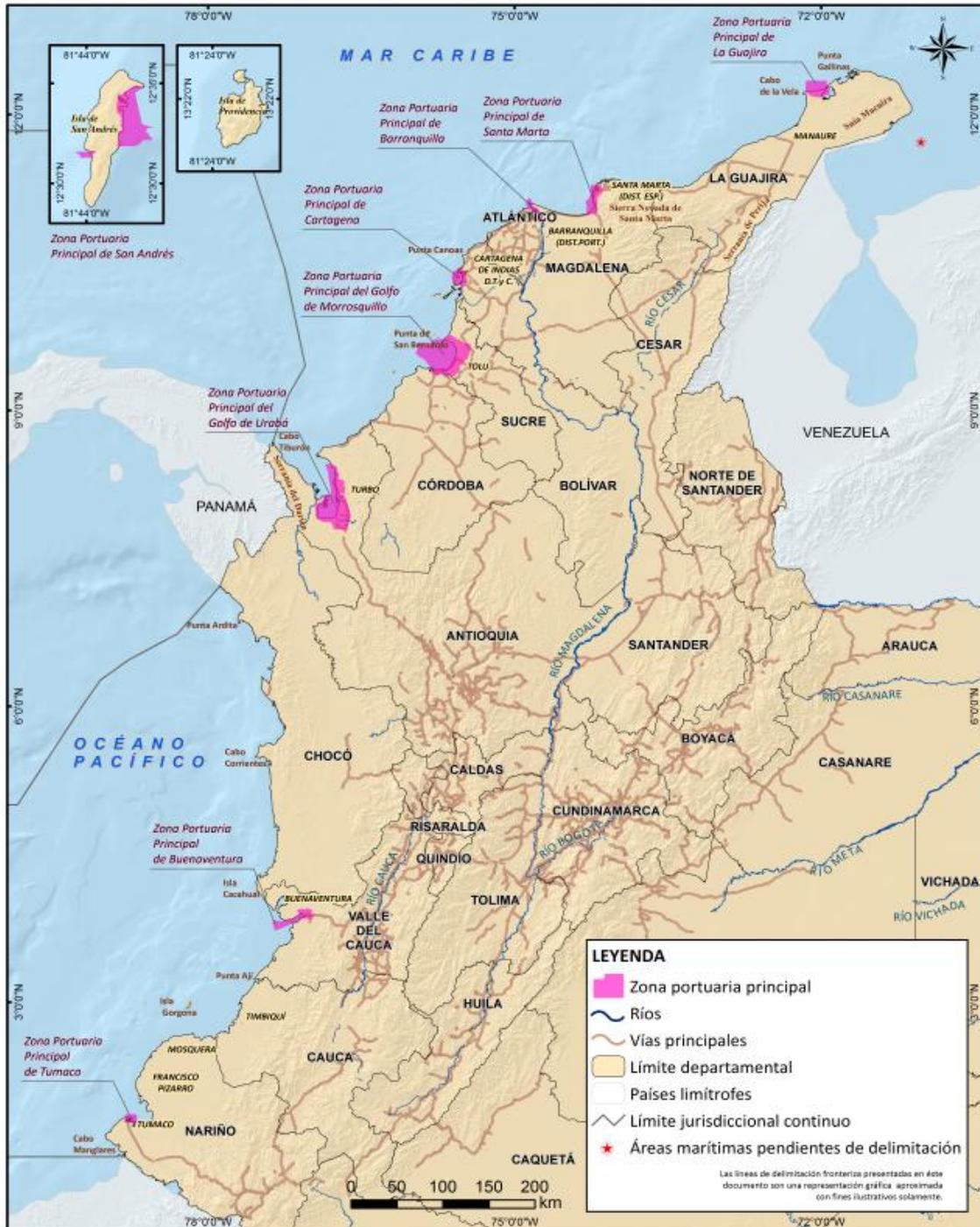
A nivel territorial, se viene apoyando desde el MADS la formulación de Planes Integrales de Gestión del cambio climático, que buscan integrar la adaptación y la mitigación², así como dar lineamientos a nivel departamental para reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.

En este contexto, la gestión portuaria debe articularse con las estrategias en marcha y responder tanto a las políticas nacionales de gestión ambiental, gestión del riesgo y gestión de cambio climático, contribuyendo a reducir las vulnerabilidades de los territorios; como a los compromisos internacionales en el marco de los acuerdos de cambio climático y desarrollo sostenible.

² Respondiendo a un criterio de costo-eficiencia

CARACTERIZACIÓN DE LOS PUERTOS MARÍTIMOS EN COLOMBIA

Mapa 1. Zonas portuarias marítimas principales de Colombia



Fuente: Mintransporte 2008

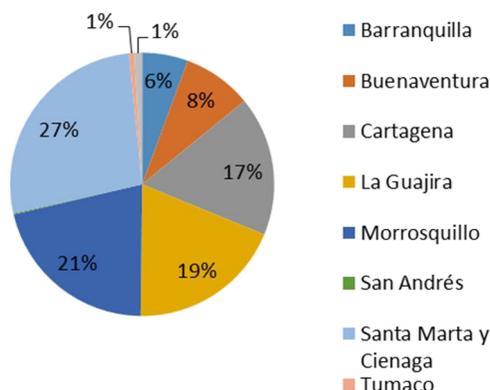
Tres cuartas partes del comercio mundial se transportan por el modo marítimo (Contraloría s.f.). El aumento de la demanda ha derivado en la evolución e incremento de capacidad de los buques. Esto requiere de la modernización, diversificación de servicios, maximización de eficiencia y reducción de costos en los puertos, con el propósito de ser competitivos en el mercado (Arias y Gómez 2010).

Colombia no es ajeno a esta tendencia, 93% de la carga de comercio exterior se moviliza a través de puertos de carácter público o privado bajo la regulación y control del Estado (Mintransporte, 2014). Son nueve las zonas de manejo portuario principal³ definidas por el Plan Integral de Ordenamiento Portuario – PIOP y los planes de expansión portuaria (Conpes 3611 de 2009 y 3744 de 2013); siete de ellas ubicadas en la Costa Caribe (la Guajira, Santa Marta, Ciénaga, Barranquilla, Cartagena, Golfo de Morrosquillo, Urabá y San Andrés) y dos en el Pacífico (Buenaventura y Tumaco).

Movimiento de carga

Con relación al movimiento de cargas, se evidencia que las zonas portuarias de **Santa Marta - Ciénaga**, **Morrosquillo** y **Guajira**, son en las que mayor volumen se maneja. Estas movilizan 65% del total de la carga que ingresa o sale del país (Figura 2).

Figura 2. Volumen de Carga por zona portuaria



Fuente: Superintendencia de Puertos y Transporte 2015

Las proyecciones del Plan Estratégico de Transporte para la carga de exportación indican que entre los años 2015 y 2020 se alcanzará un movimiento de 126 MTA, representando un crecimiento de 70%. La carga de importación crecerá 126%, alcanzando 30 MTA y el total del comercio exterior 79%, hasta 156 MTA (Ugarriza *et al.* 2014).

³ Son áreas geográficas de la zona costera debidamente delimitadas, en donde se encuentran localizadas con mayor densidad las infraestructuras portuarias existentes y en desarrollo principalmente, o con localizaciones para futuros proyectos portuarios. Pueden contar con áreas de expansión para futuros desarrollos portuarios y dentro de estas zonas pueden localizarse igualmente instalaciones portuarias menores (Mintransporte, 2008).

Capacidad portuaria

La tendencia de aumento del tráfico en los puertos colombianos ha superado el crecimiento económico en los últimos 10 años, según cifras del DNP en 2006 se movilizaron 103 MTA y en 2012 174 MTA representando un aumento de 9,6%. Respondiendo a esta demanda, la capacidad portuaria se incrementó de 302 MTA en 2010 a 441 MTA en 2015 (DNP 2012).

Pese a la tendencia de modernización de las terminales portuarias, algunas se encuentran en situación máxima de ocupación (Tabla 2). Este es el caso de las zonas portuarias de Buenaventura y Santa Marta. Cartagena está próxima a alcanzar dicha condición (Ugarriza *et al.*, 2014).

Tabla 2. Capacidad instalada de Sociedades portuarias Regionales

Capacidad por subsistema	Tumaco		Buenaventura		Cartagena		Barranquilla		Santa Marta	
	MTA	% Uso	MTA	% Uso	MTA	% Uso	MTA	% Uso	MTA	% Uso
Línea de atraque	0,2	27,1	11,88	88,9	10,83	65,4	5,26	68,2	7,04	90,9
Grúas de carga y descarga	0,24	22,4	15,47	68,3	14,58	48,6	7,14	50,3	9,37	68,2
Patios de almacenamiento	0,33	0,16	11,71	90,2	7,88	89,9	9,01	40,0	8,41	76,1
Tráfico 2007	0,55	100	10,56	100	7,09	100	3,59	100	6,4	100
>90%	Máx. Nivel de ocupación				>75%	Moderado nivel de ocupación				
80-90%	Alto Nivel de ocupación				<75%	Ocupación normal				

Fuente: Superintendencia de Puertos y Transporte 2015

De acuerdo a lo establecido en el Documento Conpes 3744 de 2013, se espera que para 2030 la capacidad portuaria se incremente en 174 MTA respondiendo a un análisis de diversos escenarios económicos que consideran tratados comerciales, así como desarrollo de infraestructura de conectividad con los centros de generación de carga (DNP 2012).

Sin embargo, es necesario tener en cuenta los impactos que impone el cambio climático para las zonas costeras a futuro, pues si las obras de modernización se desarrollan sin tener en cuenta este nuevo escenario; se pondrían en riesgo importantes inversiones que últimamente afectarían el funcionamiento y la competitividad. De no llevarse a cabo las obras de incremento de capacidad, la operación a futuro se dará en condiciones aún más críticas frente a los escenarios de incremento de temperatura, aumento del nivel del mar y erosión costera.

Infraestructura de conectividad

De acuerdo con el Índice de desempeño logístico del Banco Mundial para 2014, Colombia se ubica en el puesto 97, entre 160 países analizados. El resultado es producto de los elevados tiempos de entrega, deterioro de infraestructura terrestre, importantes costos logísticos y escasa conectividad con los puertos.

La disfuncionalidad de la red vial primaria, la baja calidad en vías secundarias y terciarias, así como la falta de plataformas logísticas (OCDE-CEPAL-CAF 2013) imponen una condición de vulnerabilidad adicional en los puertos frente al cambio climático. Se estima que de no desarrollar acciones de adaptación en las vías primarias se tendría cerca de 21 días de cierres al año relacionados con deslizamientos debido al aumento de las precipitaciones (DNP 2015), también se identificó que cerca del 48% de la red nacional se encuentra en condiciones de vulnerabilidad alta

o muy alta frente a las proyecciones de cambio climático (Ministerio de Transporte 2014). Algunos de estos impactos sobre la red vial fueron evidentes durante el fenómeno de La Niña 2010-2011, donde se afectaron más de 1.600 kilómetros, así como 92 puentes de la red nacional y se requirió la rehabilitación de más de 53 tramos viales nacionales (BID-CEPAL 2012).

De otra parte, el Gobierno Nacional llevó a cabo la estructuración del Programa 4G, el cual contempla la construcción, ampliación y 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. Así mismo, formuló el Plan Maestro de Transporte Intermodal 2015 – 2035 con el fin de: (i) Impulsar el comercio exterior reduciendo los costos de transporte; (ii) Impulsar el desarrollo regional, mejorando la calidad de las redes regionales con propósitos de accesibilidad; (iii) Integrar el territorio, acercando los ciudadanos y regiones a los mercados principales y centros de servicios (PMTI 2015). En total, se considera un nivel de inversiones de 1,31% del PIB anualmente. Adicionalmente, se encuentra en formulación el Plan Nacional de Dragados cuyo objetivo es la definición de características técnicas, institucionales y de mercado para planificar las actividades de dragados y las obras oceánicas en los puertos con el fin de mejorar la accesibilidad e incrementar la competitividad, sostenibilidad y seguridad.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS PUERTOS Y SU VULNERABILIDAD FRENTE AL CLIMA Y AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las evaluaciones de vulnerabilidad de las costas frente al aumento del nivel del mar (INVEMAR e IDEAM 2003, 2007, 2011) señalan incrementos de 3,8 mm/año para el Caribe y 1,2 – 2 mm/año para el Pacífico durante los últimos cincuenta años y un aumento del nivel medio de 10 cm en el Caribe y 22 cm en el Pacífico en los últimos años.

Los escenarios de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (IDEAM 2015), señalan que la temperatura media anual podría incrementarse en 2,14°C para fin de Siglo, esperando mayores aumentos en Arauca, Vichada, Vaupés y Norte de Santander. La precipitación media, por su parte, disminuiría entre 10 - 30% en Amazonas, Vaupés, sur del Caquetá, San Andrés y Providencia, Bolívar, Magdalena, Sucre y norte del Cesar, y aumente 10 - 30% en Nariño, Cauca, Huila, Tolima, Eje Cafetero, occidente de Antioquia, norte de Cundinamarca, Bogotá y centro de Boyacá.

Tabla 3. Escenarios de cambio climático departamentales 2011-2100

Departamento	Cambio de Temperatura Media °C			% de Cambio de Precipitación		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Antioquia	0,8	1,4	2,2	4,88	6,91	9,3
Atlántico	1,1	1,6	2,2	-7,39	-9,52	-11,26
Bolívar	0,9	1,6	2,2	-15,09	15,22	-17,13
La Guajira	0,9	1,6	2,3	-14,5	-16,57	-20,02
Magdalena	1	1,7	2,4	-18,65	-20,83	-23,24
Córdoba	0,9	1,6	2,2	1,56	1,88	-1,42
Sucre	0,9	1,6	2,1	-11,3	-13,38	-16,2
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	0,8	1,4	2	-30,2	-32,78	-33,01
Cauca	0,7	1,4	2,1	16,18	17,15	18,4
Nariño	0,7	1,4	2,1	13,69	13,42	12,03
Valle del Cauca	0,9	1,6	2,4	6,59	6,08	6,14
Chocó	0,8	1,5	2,3	-5,2	-4,04	-2,59
Escala para Temperatura Media				Escala para precipitación		
Baja-media	Media	Media - alta	Alta	Normal	Déficit	Exceso

Fuente: IDEAM 2015

Las zonas marino-costeras de Colombia poseen ecosistemas estratégicos (arrecifes coralinos, manglares, pastos marinos, playas, entre otros), que brindan servicios para la adaptación al cambio climático, por ejemplo protección frente al cambio del nivel del mar, regulación climática e hidrológica, control de erosión y remociones en masa (PNUD 2014). Sin embargo, estos son sujeto de degradación debido al desarrollo no planificado de actividades económicas. Lo anterior ha resultado en procesos erosivos sobre una cuarta parte del litoral colombiano, con 23 y 25% de zonas categorizadas como críticas en el Caribe y el Pacífico, respectivamente, y afectando ecosistemas e infraestructura del litoral.

Los puertos marítimos de Colombia se encuentran expuestos a diferentes amenazas asociadas a la variabilidad climática y cambio climático. El análisis (Invemar-MADS 2013) señala que los vendavales, inundaciones, erosión y mar de leva son las más frecuentes en los departamentos costeros. Bolívar y Antioquia presentan el mayor número de reportes (Tabla 4).

Tabla 4. Amenazas reportadas por departamento costero

Amenaza	Bolívar	Antioquia	Chocó	Magdalena	S. Andrés	Atlántico	Guajira	Nariño	Cauca	V. del Cauca	Córdoba	Sucre	Total
Vendaval	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
Inundación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
Erosión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
Mar de leva	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
Tormenta tropical	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	10
Sismo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			10
Deslizamiento	X	X	X	X		X	X	X	X	X			9
Huracán	X	X	X	X	X	X	X				X		8
Sequía	X			X	X		X	X			X		6
Aumento del nivel del mar	X	X	X		X			X					5
Salinización	X	X		X	X								4
Tsunami			X					X	X				3
Tornado	X	X				X							3

Fuente: Invemar-MADS 2013

El Fenómeno de la Niña 2010 – 2011, por ejemplo, afectó la zona portuaria de Cartagena en los sectores de Mamonal y Manga, generando pérdidas cercanas a los 45 mil millones de pesos (BID – Cepal 2014), y en el puerto de Barranquilla, donde el aporte de sedimentos al río Magdalena conllevó a cierres del Terminal, represamiento de carga, encallamiento y desvío de buques, con pérdidas cercanas al millón de dólares. Por otro lado, las sequías en temporadas del Fenómeno de El Niño reducen profundidad en los canales de acceso. El cambio del clima y las intervenciones en las cuencas han incrementado progresivamente el transporte de sedimentos en los ríos. En La zona portuaria de Barranquilla la cifra destinada a las operaciones de dragados ascendió a \$350 mil millones de pesos en los últimos años, tendiendo a aumentar (Cormagdalena 2014).

Los fuertes vientos, por su parte, generan incidentes en las operaciones que se realizan en costas abiertas y fuera de las terminales portuarias. En 2014 en la zona portuaria de Morrosquillo, se produjo el derrame de crudo de OCENSA estimado en 40 barriles de petróleo. En la zona portuaria de Santa Marta – Ciénaga, se registró en 2013 el volcamiento de una barcaza con carbón, generando el cierre temporal del Terminal. Estas amenazas, así como la degradación de los ecosistemas, tienden a acentuarse frente a las proyecciones sobre el clima futuro, incrementando la condición de riesgo para las zonas costeras, incluyendo el sector portuario. A continuación se presenta la caracterización de las condiciones climáticas y el análisis de vulnerabilidad frente al cambio climático para cada una de las principales zonas portuarias del país.

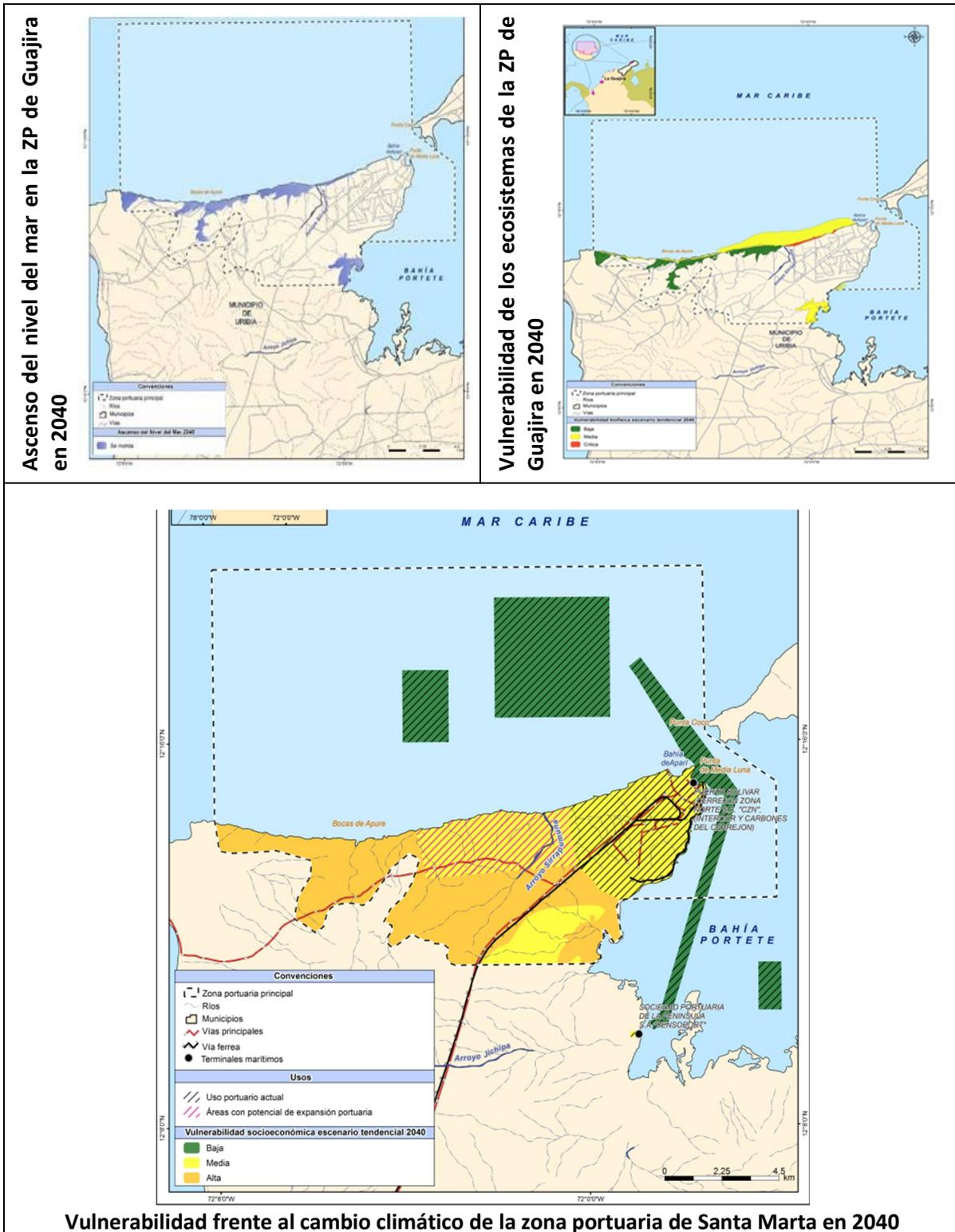
ZONA PORTUARIA DE LA GUAJIRA

Localización	Municipio de Uribía, aproximadamente a 166 km de Riohacha. Los terminales portuarios se localizan en Bahía Portete (Puerto Bolívar) y en el municipio de Dibulla (Puerto Brisa) (MAVDT 2004).
Clima	Cálido, árido y seco. Temperatura promedio anual de 29°C. Promedio de precipitación anual al sur del departamento de 1.486 mm/año y al norte de 330 mm/año.
Ecosistemas	Se destacan, por su cobertura, los arbustales (31,4%), zonas arenosas naturales (13,6%), praderas de pastos marinos someras (9,1%), herbazal abierto (3,3%), afloramientos rocosos (2,8%) y playas (1,5%). Bahía Portete es la zona más diversa, posee una extensa área de manglar (1.300 ha) y la mayor densidad de praderas de pastos marinos en buen estado.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none">• Mar de leva: Retrocesos de playas, inundaciones, afectación de embarcaciones y viviendas• Huracanes: Destrucción o deterioro de playas, ecosistemas de manglares o corales, pastos marinos y lagunas costeras. Cambio en la batimetría del fondo marino. El huracán Joan (1998) dejó grandes pérdidas de terrenos costeros y transformación de los ecosistemas.• Sismos*: Aunque solo se han registrado dos sismos con magnitud superior a 5 (1937 hasta 2011), se clasifica al municipio de Uribía, como zona de sísmica intermitente.• Fenómenos fluvio-torrenciales: Se forman innumerables arroyos que transforman la configuración de la zona costera.• Tsunami y Maremoto*: Existe probabilidad de que se propague un tsunami generado en el arco de las Antillas, sin embargo la propagación de la ola no afectaría gravemente el litoral Caribe colombiano.• Desertificación: Más del 75% del departamento afectado. Condición crítica en la cuenca de la Alta Guajira, donde gran parte de su extensión presenta los niveles más altos de magnitud.
Exposición	Alta exposición a la desertificación (74%); las playas y herbazales se encuentran bajo los efectos de este fenómeno. Zonas susceptibles a inundación por aumento del nivel del mar (áreas de manglar y pantanos). Extensos tramos de costa e infraestructura amenazados por alta erosión costera.
Capacidad de adaptación	Baja; las sequías más severas y frecuentes pueden afectar la operaciones del sistema férreo y hacer peligroso el almacenaje de carbón por ser inflamable. Se registra tala del bosque, aminorando al prestación de servicios ecosistémicos.
Vulnerabilidad al cambio climático	Media a alta , debido a: <ul style="list-style-type: none">• Procesos erosivos: Afectando 65% de la costa y 100% de los terminales portuarios. Vulnerabilidad moderada a crítica de playas.• Sequías: Afectaría 20% del volumen de carga y la totalidad de los terminales.• Ascenso del nivel del mar: Implicaciones sobre 18% de las áreas de uso portuario y el 100% de vías de comunicación, así como en playas, manglares y pantanos. Afectaciones potenciales en carga e infraestructura asciende a US\$300 millones⁴.

⁴ Esta cifra corresponde a una estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

* Aunque los sismos, tsunamis y maremotos no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 1. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de la Guajira en 2040



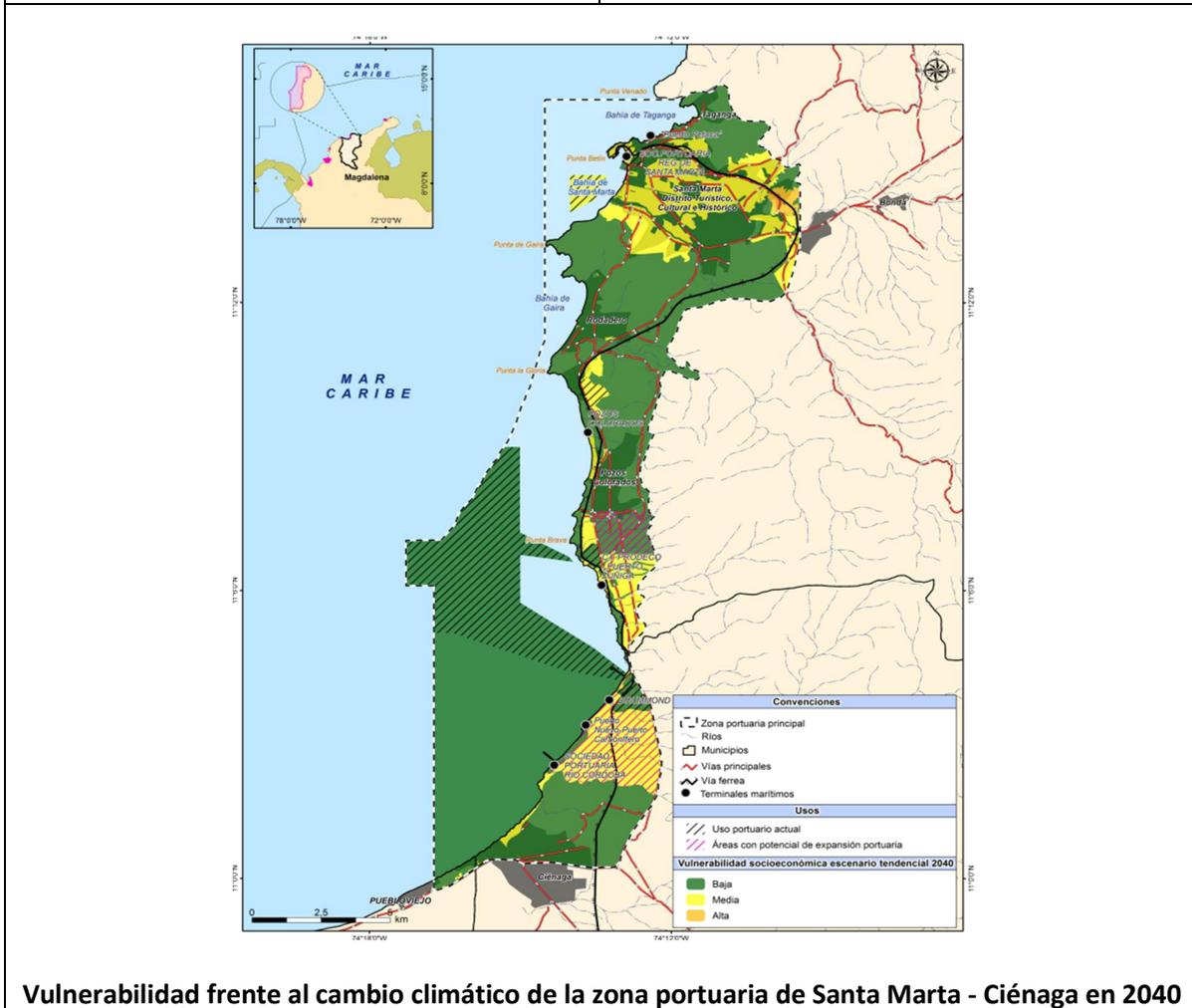
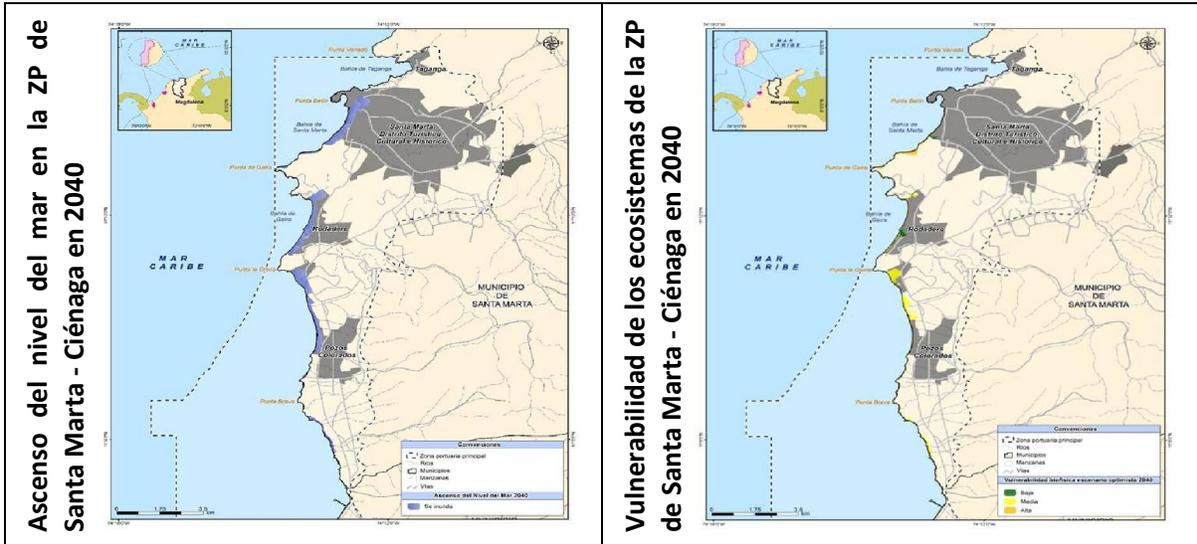
ZONA PORTUARIA DE SANTA MARTA

Localización	Distrito de Santa Marta y el municipio de Ciénaga, área donde se localizan los diferentes terminales portuarios.
Clima	Cálido-seco. Temperatura media mensual de 28°C para 2005 que se incrementó a 28°C en 2010. Precipitación anual entre 453 y 1500 mm/año.
Ecosistemas	Se distinguen ecosistemas estratégicos con su respectiva extensión: manglares (0,01%); playas (0,4%), litoral rocoso (0,01%); lagunas costeras (0,1%) y bosque seco; los arrecifes coralinos y pastos marinos (0,01%) representan menos del 1% del área de la zona portuaria y solo se encuentran en algunos sectores de Santa Marta, resultado de las condiciones ambientales de la zona y la fragilidad y de estos ecosistemas. El área más biodiversa es el Parque Nacional Natural Tayrona, con el 70% de las praderas de pastos marinos.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Mar de leva: Duración de aproximadamente 48 horas, siendo más dañino en horas de la tarde. Pueden repetirse hasta cuatro veces en un solo mes. • Huracanes: Aunque la Sierra Nevada de Santa Marta ofrece protección, se tienen afectaciones por efectos secundarios como lluvias continuas y erosión sobre las costas por efecto de los oleajes. • Vendavales: Las principales afectaciones sucederían en los municipios con franja costera y los municipios ribereños del Magdalena. • Erosión Costera: Los espolones en la bahía de Santa Marta aceleraron procesos de erosión hacia el suroeste, afectando las playas hasta el sector Los Cocos. Se advierte un retroceso de las playas al comparar el área actual con fotografías antiguas. • Sismo*: Zona de amenaza sísmica intermedia propensa a la ocurrencia de sismos. Se tiene registro de un evento sísmico el cual ocasionó daños importantes a la ciudad. • Inundaciones: La zona es susceptible a sufrir avenidas torrenciales. En diciembre de 1999 se presentaron represamientos temporales en la parte media y alta de las cuencas de los ríos Manzanares, Guachaca, Mendihuaca y Piedras que generaron deslizamiento de arena y escombros, ocasionando pérdidas de cultivos y daños en las viviendas localizadas en las riberas.
Exposición:	Parte de la zona portuaria (4%), playas (88,5%), bosque de galería y ripario (49%) y las zonas arenosas naturales (59%) presentan exposición alta a la erosión de costera, mar de leva e inundación periódica.
Capacidad de adaptación	Baja; se han implementado barreras de viento. Sin embargo, la erosión y las sequías pueden generar inconvenientes en el manejo y almacenaje del carbón.
Vulnerabilidad al cambio climático	<p>Media, debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos erosivos: Afectando 25% de la costa, 40% de los terminales portuarios y 15% de las vías de acceso. • Sequías: Impactaría 100% de los terminales así como 25% del volumen de la carga. • Ascenso del nivel del mar: Implicaciones sobre 3% del área de uso portuario y 20% de las vías que conectan la zona. Exposición de US\$600 millones de inversión⁵.

⁵ Esta cifra corresponde a una estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

* Aunque los sismos no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 2. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de la Santa Marta y Ciénaga en 2040



Vulnerabilidad frente al cambio climático de la zona portuaria de Santa Marta - Ciénaga en 2040

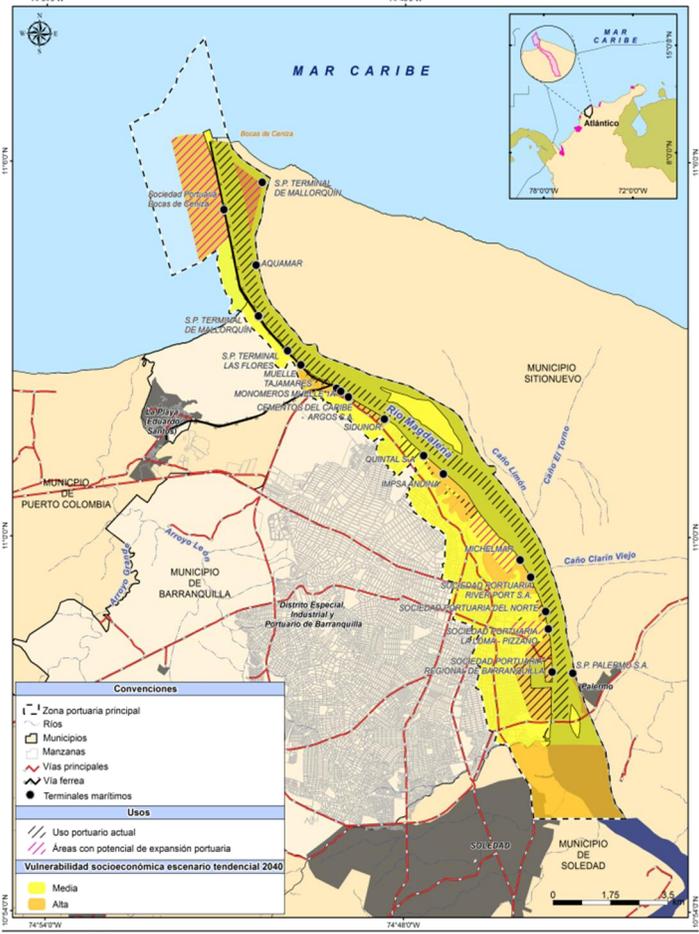
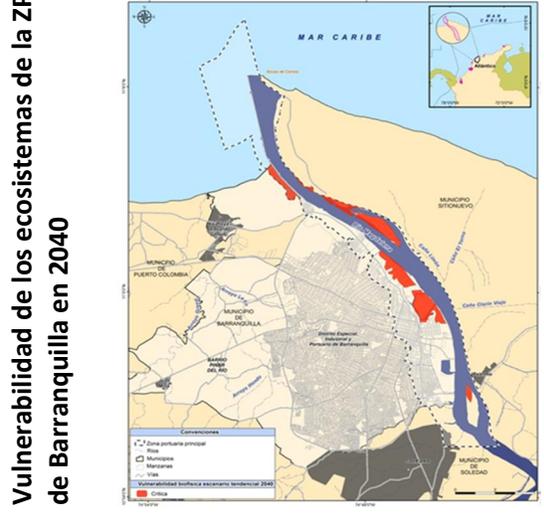
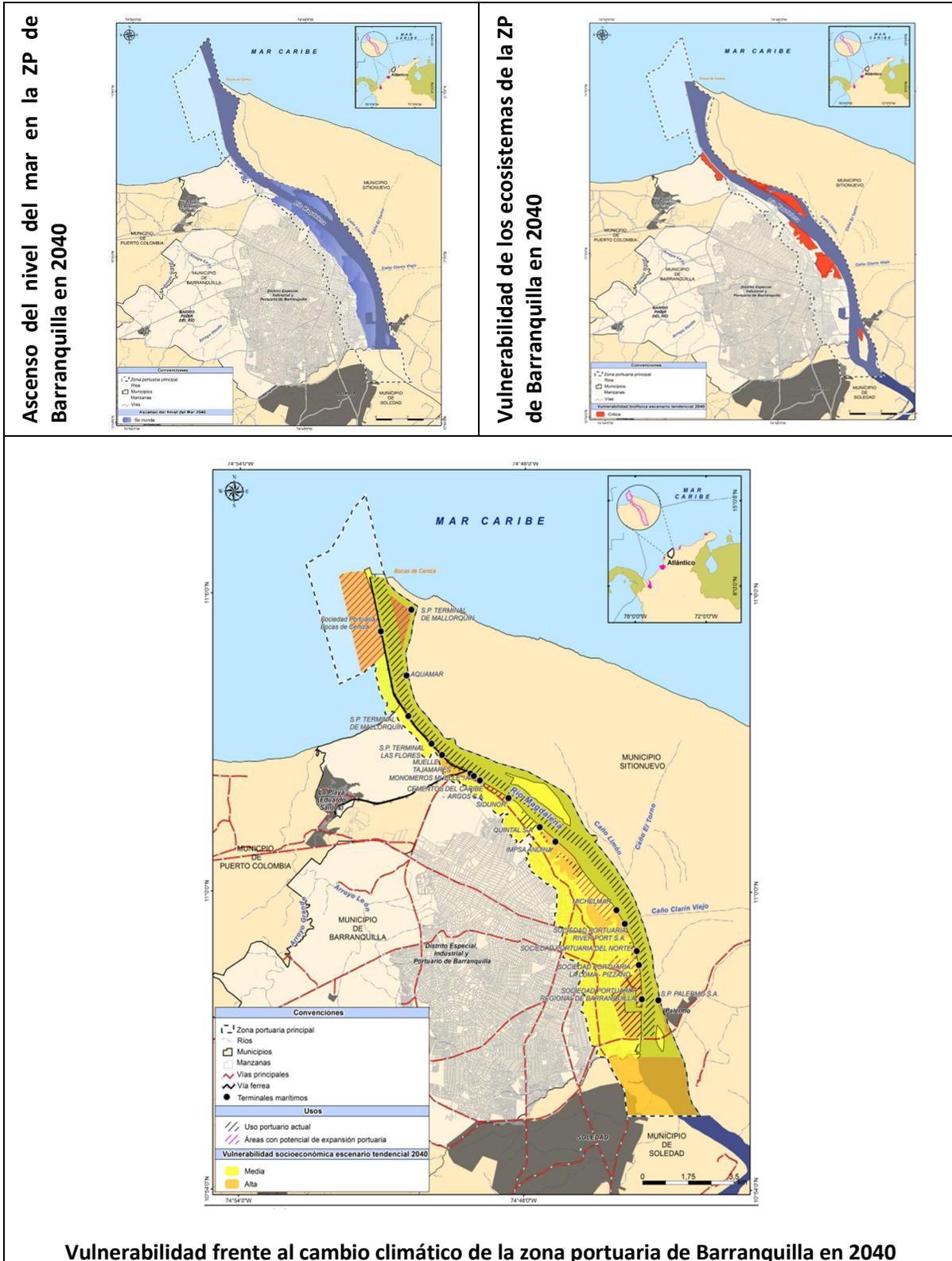
ZONA PORTUARIA DE BARRANQUILLA

Localización	Departamento del Atlántico, en el tramo final del río Magdalena. Incluye parte del valle aluvial y agrupa los puertos localizados sobre la margen izquierda del río Magdalena, desde la desembocadura del río Magdalena hasta el Puente Laureano Gómez.
Clima	Seco con gran déficit de agua y cálido. Temperatura media de 27,7°C. En el periodo mayo-octubre la precipitación oscila entre 70-178 mm/mes. El periodo seco (diciembre a marzo) se caracteriza por la energía de los vientos alisios.
Ecosistemas	Los ecosistemas presentes con su respectiva extensión son: manglares (0,2%), playas, lagunas costeras y remanentes de bosque seco a través de vegetación arbustiva (9%). El ecosistema de manglar se encuentra bastante intervenido y se presenta tala selectiva y afectación por producción de carbón vegetal. Para la Ciénaga se reporta deforestación indiscriminada, inadecuada disposición de basuras provenientes de Barranquilla y de aguas residuales, aporte de sedimentos provenientes del río Magdalena.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones: Por el desborde del canal sobre las llanuras, la escorrentía lateral que inunda el valle y la precipitación local junto al pobre drenaje y suelos impermeables. Las afectaciones se incrementan consecuencia de las actividades turísticas, portuarias, pesqueras e industriales. • Erosión: Pérdida de terreno con retrocesos de dos kilómetros en 33 años y de 749 hectáreas de espejo de agua. Entre 1935 y 1996 se tuvieron cambios importantes en la línea costera entre Bocas de Ceniza y Galerazamba. • Huracanes: La probabilidad de ocurrencia de un huracán es muy baja (0,33%). • Tornados: Se acentúan en los meses de enero a abril y junio a agosto. • Mar de leva: Más frecuente de diciembre a febrero. Pueden presentarse de junio a noviembre por la acción de ciclones tropicales. • Sismos*: Bajo grado de incidencia de ocurrencia de sismo. • Tsunamis y maremotos*: Las zonas volcánicas cerca a Martinica y Santo Thomas podrían generar un oleaje de gran altura y velocidad que se desplazaría hacia la desembocadura del río Magdalena, dos horas después de formado
Exposición:	Exposición alta (97% de la zona) frente a erosión, volcanismo de lodo, fenómenos atmosféricos e inundaciones. Los procesos erosivos incrementan la sedimentación en la desembocadura. Exposición alta de manglares (100%) frente a erosión moderada e inundación permanente. 55% y 43% de las zonas de vegetación arbustiva están expuestos a fenómenos de erosión moderada y baja, respectivamente.
Capacidad de adaptación	Baja. La sedimentación en la entrada del canal restringiría las operaciones e incrementaría en 25% los recursos destinados al dragado del río.
Vulnerabilidad al cambio climático	<p>Media-alta, originada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos erosivos: Afectando 25% de las terminales. • Otras inundaciones: Afectarían el 100% del área de uso portuario. • Ascenso del nivel del mar: Afectando 80% de la zona portuaria, 50% de las vías cercanas a la zona portuaria, 25% del volumen de carga. Total estimado en US\$650 millones de inversión expuesta⁶.

⁶ Esta cifra corresponde a una estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

* Aunque los sismos, tsunamis y maremotos no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 3. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de la Barranquilla en 2040



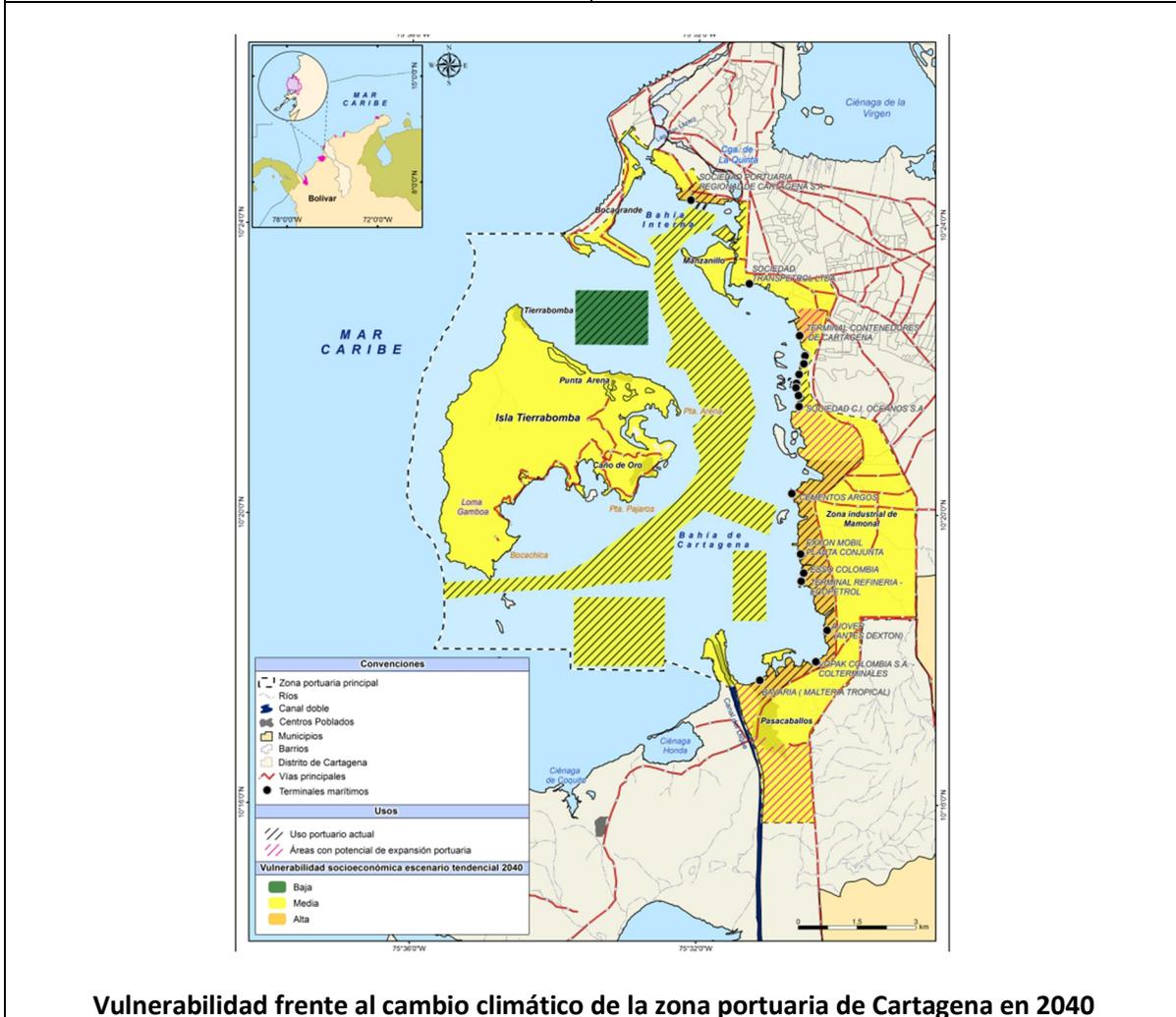
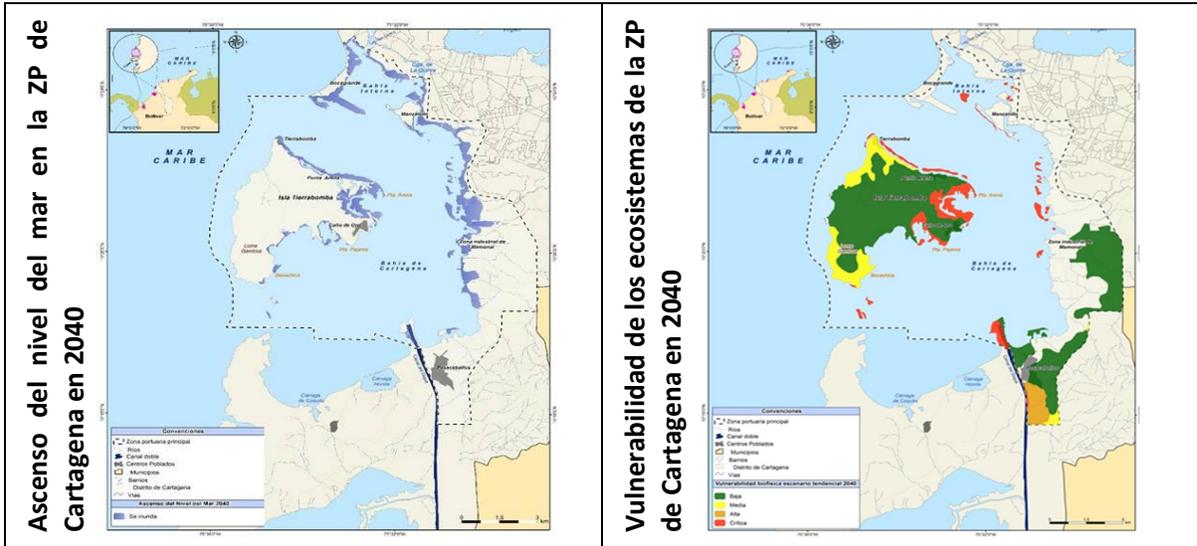
ZONA PORTUARIA DE CARTAGENA

Localización	Departamento de Bolívar al sector sur de la ciudad de Cartagena incluyendo sectores urbanos (Manga) y rurales (Mamonal).
Clima	Cálido muy seco y cálido seco. Temperatura promedio anual del periodo 1981 – 2010 de 27,8°C, aumentando 0,17°C por década desde 1970. Promedio mensual de precipitación multianual de 250 mm.
Ecosistemas	Los ecosistemas están localizados hacia la bahía de Cartagena e isla Tierra Bomba y están representados por playas arenosas; manglares (2,8%), que se encuentran amenazados por vertimientos tóxicos y aguas residuales; pastos marinos (0,6%), cuya extensión pasó de 1000 a 130 ha en los últimos 80 años; y remanentes de bosque seco, altamente degradados por la extracción y tala; y pastizales y humedales emergentes (1,1%), entre otros.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión costera: Moderada-alta en Tierrabomba y Punta Canoas. En general se presenta un valor de erosión de -0.37 m/año alcanzando -6.40 m/año en algunas zonas. • Huracanes: Baja. Se perciben coletazos de huracanes. En 1988 se presentó el coletazo del huracán Joan, en 2011 hubo tormenta tropical por el paso de Rina. • Vendavales: La capacidad de recuperación de las playas de Cartagena es lenta, del orden de 4-5 metros por mes, generando alta susceptibilidad al mar de leva. • Ascenso del nivel del mar: Pueden esperarse aumentos de 2-5 mm/año, alcanzando 0,8-1m para 2100. Pérdida paulatina de grandes áreas de terreno e inundaciones. • Inundación: La alteración del drenaje natural, la deforestación y la colonización de laderas, colinas y lomas ha agudizado el problema de remoción en masa y erosión de suelos. • Sismos*: Baja. Aunque se registra una serie de sismos en mayo de 1934 con epicentro en Santa Marta, donde la Cartagena sufrió daños importantes. • Tsunamis y maremotos*: La amenaza de tsunami está relacionada con la actividad volcánica de las Islas Martinica y Santo Thomas, aunque la probabilidad de ocurrencia es de 0,1, es decir 1 cada 10 años. • Sedimentación: Derivado de la variabilidad climática, se generaron necesidades de dragado en Cartagena que ascendieron a \$115 mil millones en 2014.
Exposición:	Moderada-alta frente a inundaciones en 20% de la zona portuaria. Los ecosistemas con mayor exposición a esta amenaza son arbustales (34%), bosques (36%), playas y pastizales (93%).
Capacidad de adaptación	Media. Es la zona portuaria con mayor área afectada por ascenso del nivel del mar y la de mayor inversión económica expuesta en terminales portuarias.
Vulnerabilidad al cambio climático	<p>Media, derivada de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos erosivos: Afectación de 18,9% de línea de costa del área de la zona portuaria. • Inundaciones: Afectación de 25% de las terminales. • Ascenso del nivel del mar: Afectación de 68% de las terminales, 44,6% del área de uso portuario, 20,5% del área de expansión, 50% de las vías de acceso, así como 30% del volumen de carga afectado y US\$9.650 millones de inversión expuesta frente a estas amenazas⁷.

⁷ Esta cifra corresponde a una estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

* Aunque sismos, tsunamis y maremotos no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 4. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de Cartagena en 2040



ZONA PORTUARIA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO

Localización	Los Municipios de Coveñas, Santiago de Tolú y San Antero, comprenden los terminales portuarios a lo largo del Golfo de Morrosquillo.
Clima	Cálido-seco. Temperatura promedio 27,5°C. Dos regímenes de lluvias: abril-noviembre con precipitaciones promedio 37-218 mm/año y diciembre-marzo con promedios entre 13,8-30 mm/mes.
Ecosistemas	Se presentan playas interrumpidas por pantanos de manglar (2,2%), remanentes de pastos marinos (1%) y arrecifes de coral (0,1%). Los manglares se han reducido por tala, rellenos para área agrícola o vivienda y la erosión costera. La línea de costa presenta procesos erosivos debido a extracción de arenas, construcción de espolones poco eficientes y otros.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión costera: Retroceso de playa de 200 m en los últimos 50 años. Las vías, andenes, y construcciones, afectados. Las playas y marismas de mangle son altamente sensibles. • Huracanes: Muy baja. Daños asociados a vientos fuertes, abundantes lluvias y marejadas. • Vendavales: Alta. Se registran durante todo el año y con la época de lluvias. • Ascenso del nivel del mar: Afectaciones en Tolú y Coveñas presentando riesgo de destrucción para las zonas construidas sobre cordones litorales. Riesgo para infraestructura construida sobre ciénagas rellenas. • Inundación: Algunos arroyos adquieren carácter torrencial e inundan sectores de Coveñas. Se registran inundaciones del arroyo cascajo, caño Guainí y arroyo Pechelín. Las áreas urbana de Tolú y Berrugas se inundan con las precipitaciones, mares de leva o desborde de ríos. • Sismos*: Baja. Solo se registra un terremoto de magnitud 6.5 en la escala de Richter (en el siglo pasado). • Mar de leva: Media-alta. Se registran eventos en 1999 y 2006 generando retroceso de playas, desarraigo de árboles, inundaciones de hasta 1m de altura, destrucción y pérdida de embarcaciones, viviendas, espolones y del muelle de Petrocomercial. • Subsidencia: La tasa de subsidencia para el área se estima en más de 0,7 mm/año..
Exposición:	Alta. Principalmente a erosión hídrica (37%), inundación natural (30%), erosión (14%) e inundación periódica (12%). Exposición alta de corales y bajos arenosos a sedimentación (100%); bosques de galería y ripario (91 y 100%) a inundación natural, erosión hídrica y movimientos en masa; manglares (99,6%) a desecación, sedimentación e inundación periódica; pastos marinos (100%) a sedimentación; y playas (72%) a erosión y disolución.
Capacidad de adaptación	Baja. La tala de manglar y las intervenciones en las cuenca de los ríos reducen los servicios de retención y amortiguación de playas. Afectación de terminales portuarias como COMPAS e instalaciones administrativas de Ecopetrol y CENIT.
Vulnerabilidad al cambio climático	<p>Alta, resultado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos erosivos: Afectación de 100% de las terminales. • Inundaciones: Afectación de 20% de las vías de acceso a la zona portuaria. • Ascenso del nivel del mar: Afectaciones en 25% de las terminales, 9,4% del área de uso portuario, 14,5% del área de expansión portuaria, así como 5% del volumen de carga afectado y US\$15 millones de inversión expuesta⁸.

⁸ Esta cifra corresponde a una estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

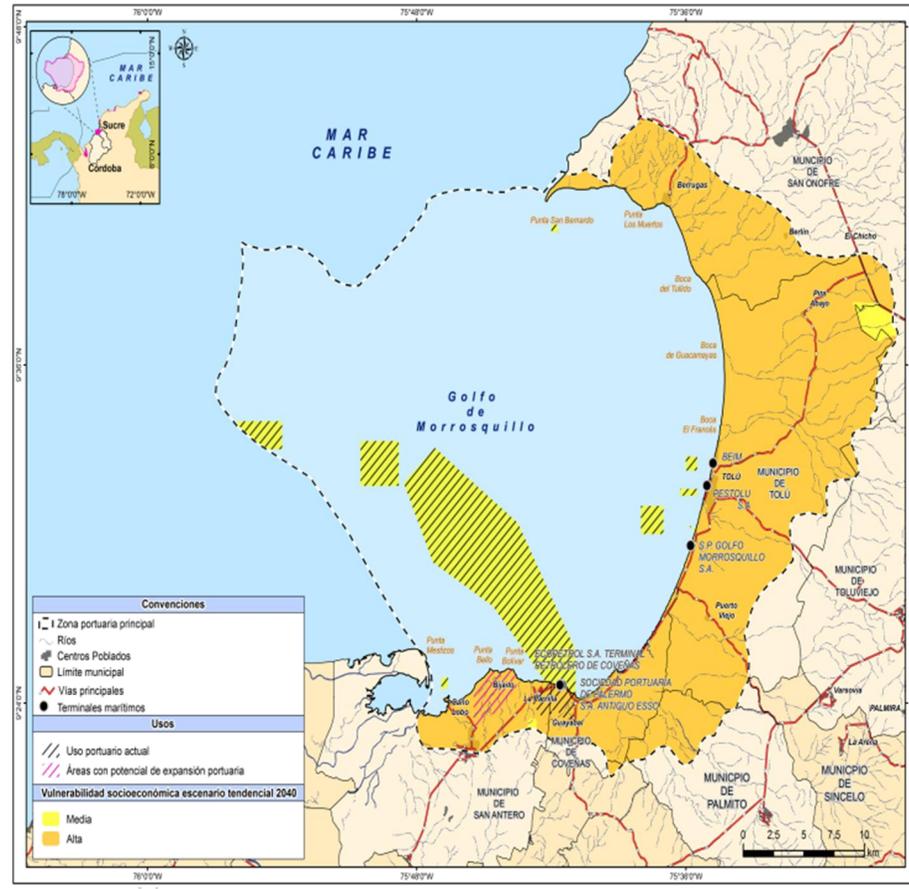
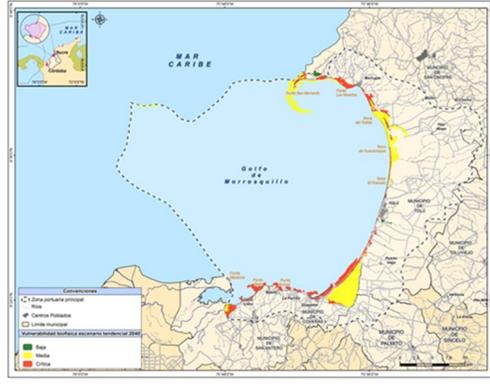
* Aunque los sismos no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 5. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria del Golfo de Morrosquillo en 2040

Ascenso del nivel del mar en la ZP del Golfo de Morrosquillo en 2040



Vulnerabilidad de los ecosistemas de la ZP del Golfo de Morrosquillo en 2040



Vulnerabilidad frente al cambio climático de la zona portuaria del Golfo de Morrosquillo en 2040

ZONA PORTUARIA DE TURBO

Localización	Municipio de Turbo, Departamento de Antioquia
Clima	Cálido-húmedo. La temperatura media aumentó 0.5°C por década alcanzando 27,3°C. La precipitación media anual es de 2.744 mm/año. Las alteraciones del Niño significan periodos secos más acentuados y extensos, y periodos lluviosos más cortos con volumen de precipitación mucho mayor.
Ecosistemas	La zona costera se cataloga como humedal. Se destaca la presencia de ecosistemas y formaciones vegetales inundables: manglar (3%), helechales (0,5%), bosque húmedo inundable (3%), y vegetación herbácea acuática o flotante (1%). Las alteraciones en la cobertura vegetal se dan en la mayoría de los casos por el aprovechamiento ilegal (e.g. manglar), tala de bosque y el avance de la frontera agrícola y ganadera sobre áreas cuya vocación ha sido forestal.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none">• Erosión costera: 16% del borde costero presenta una erosión alta, encontrándose sectores con 70m de retroceso. Afectación del aeropuerto, los muelles para el abastecimientos de combustible de motonaves y la zona turística, viviendas, y manglares.• Sedimentación: La dinámica del río Atrato establece sectores de avance donde las tasas superaron los 5 m/año, y otras zonas de retroceso leve. En las principales bocas del delta, las zonas de avance presentaron tasas de 20 m/año en algunas zonas (sector El Roto).• Diapirismo de lodo*: El fenómeno se registra en Turbo. Debido a la geología y los suelos del área es posible que se extienda a otros municipios.• Sismos*: Amenaza sísmica alta. Los sismos de 1882 y 1992 produjeron termales que inundaron la localidad, licuación en las riberas del río Atrato, licuación de suelos hasta Quibdó por réplicas, destruyendo de las edificaciones en mampostería, así como las redes e instalaciones básicas.
Exposición:	Alta. Los manglares presentan elevada exposición a inundación periódica (97%). El bosque húmedo inundable(79%), las herbáceas de áreas inundables (90%) y la vegetación herbácea acuática o flotante (85%) presenta elevada exposición a inundación extraordinaria.
Capacidad de adaptación	Media. Los problemas de sedimentación requieren de mayores inversiones en dragados para mantener la profundidad de acceso al canal, así como problemas de erosión en zonas donde se planean futuras inversiones portuarias.
Vulnerabilidad al cambio climático	Media , resultado de: <ul style="list-style-type: none">• Procesos erosivos: 24% de la línea costera en la zona portuaria se encontraría afectada por erosión alta.• Inundaciones: Afectación del 100% de las terminales, así como 50% del área de expansión y 25% de las vías de acceso a la zona portuaria.• Aumento del nivel del mar: Afectaciones del 100% del área de uso portuario y la totalidad de las terminales. Afectación en 27% del volumen de carga y US\$5,5 millones de inversión expuesta⁹.

⁹ Esta cifra corresponde a una estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

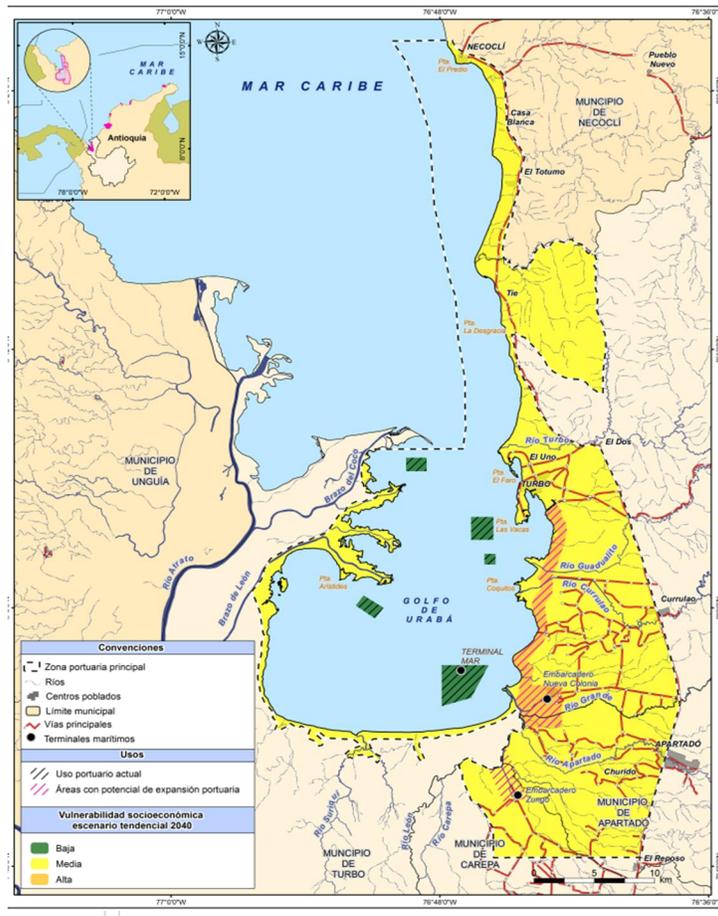
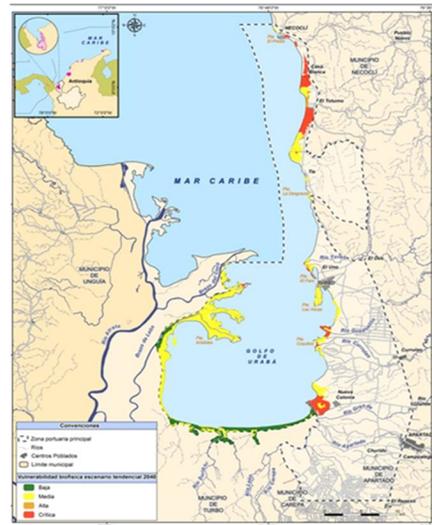
* Aunque los sismos y el diapirismo de lodo no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 6. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de Turbo en 2040

Ascenso del nivel del mar en la ZP de Turbo en 2040



Vulnerabilidad de los ecosistemas de la ZP de Turbo en 2040



Vulnerabilidad frente al cambio climático de la zona portuaria de Turbo en 2040

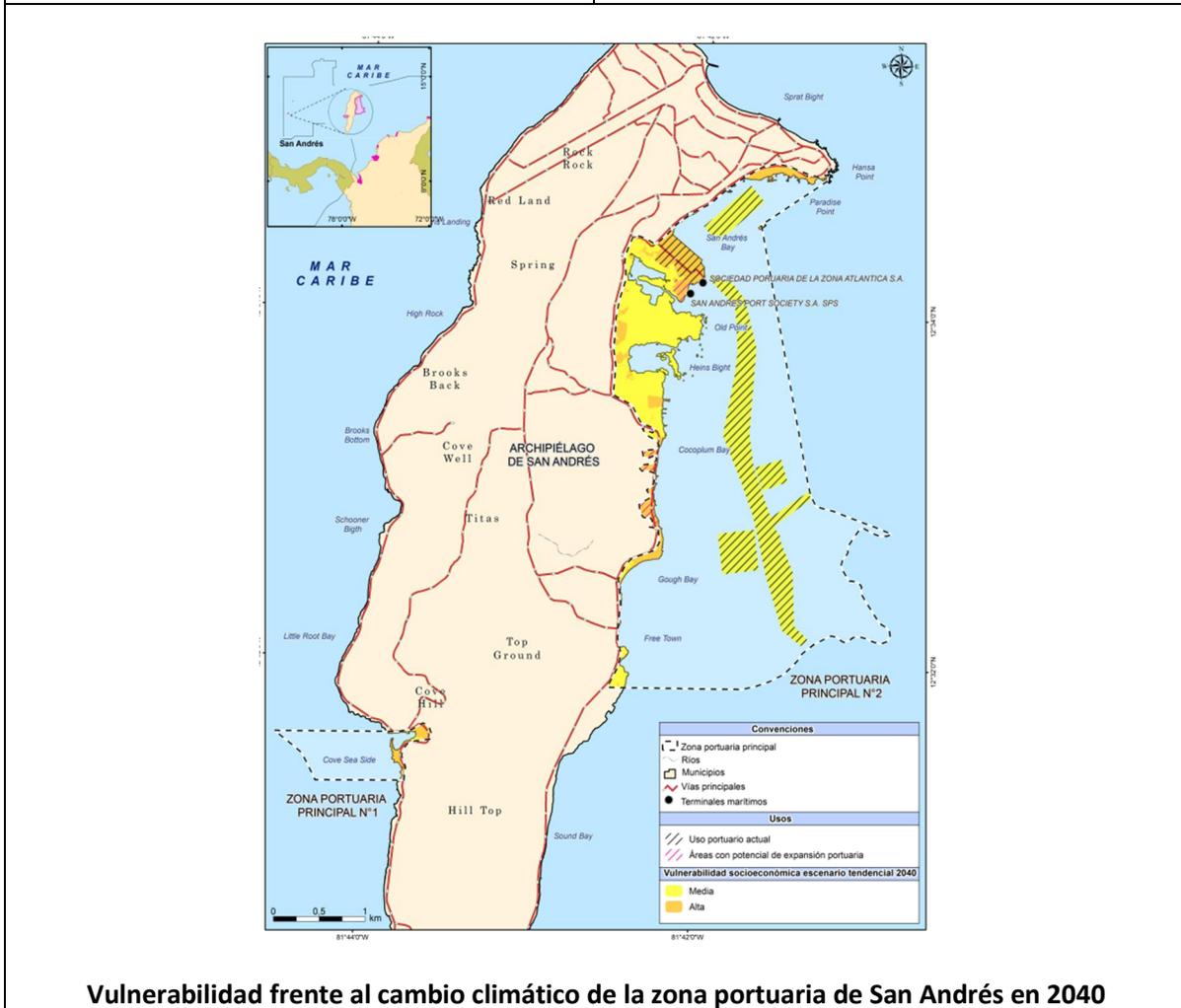
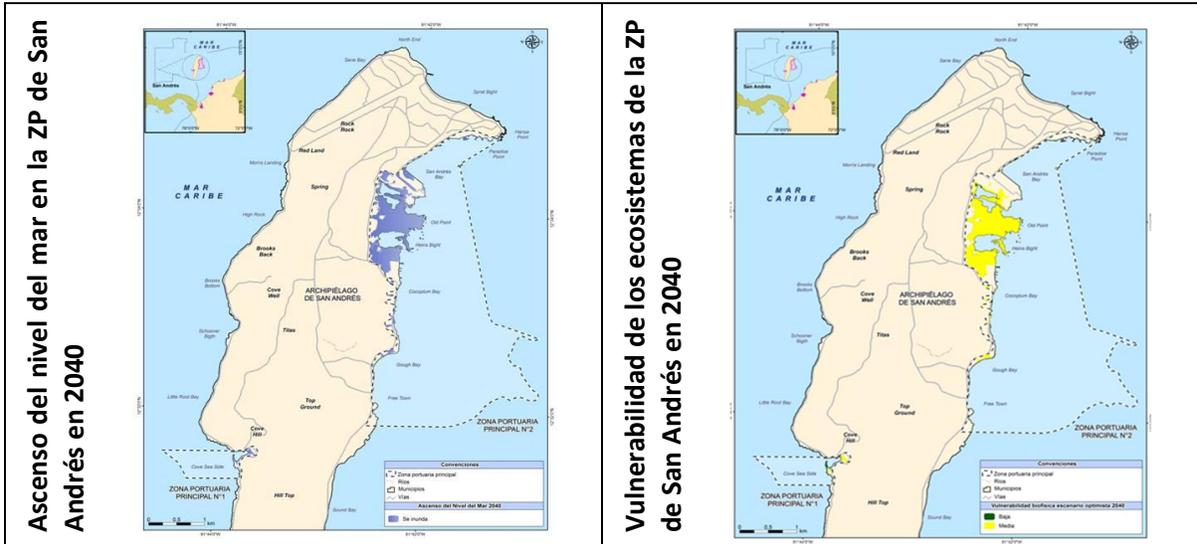
ZONA PORTUARIA DE SAN ANDRÉS ISLA

Localización	Archipiélagos de San Andrés y Providencia
Clima	Cálido húmedo. Temperatura media anual de 27,4°C. Precipitación media anual de 1.985,6 mm. Los mayores volúmenes de precipitación se presentan en octubre, donde se alcanzó un promedio de 341,9 mm.
Ecosistemas	La zona presenta ecosistemas tales como playas (0,2%), litoral rocoso (0,2%), manglar (6,6%), lagunas costeras (0,04%), bosque seco (0,3%), vegetación terrestre (0,06%) y praderas de pastos marinos (29,2%). La extensión de la zona portuaria es de 1.056 ha, de las que el 57% corresponde a fondos marinos. El área protegida Old Point Regional Mangrove Park forma parte de la portuaria. Se encuentran remanentes de bosque seco mostrando una mayor cobertura en el parque nacional natural.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión costera: Se registra pérdida de playas del sector de Spratt Bight y Sound Bay. En Sound Bay tanto viviendas como infraestructura hotelera se están viendo afectadas. Parte de la banca de la vía circunvalar al sur de la isla ha tenido que ser remplazada. 16% de la línea de costa presenta procesos de erosión, debido a la alta exposición a huracanes. • Huracanes: Es el factor de mayor riesgo. Los vientos, tempestades y oleaje producen estragos en el borde costero e inundaciones. Se registra en 1932 un evento que destruyó casi por completo las dos islas principales del archipiélago. En 1961, 1988, 1996 y 2005 se registran huracanes que causaron daños similares. • Tormentas tropicales: En 1997 cayó un aguacero de dos días continuos inundando gran parte de Sarie Bay y nuevamente el Centro y San Luis. • Subsidencia: Algunas zonas que permanecen gran parte del año inundadas, como la región del Cove, son susceptibles a hundimientos y desplomes de techos cavernosos. • Sismos*: Zona de amenaza baja. Se registra en 1995 un temblor con magnitud de 5,3 grados en la escala de Richter, que ocasionó daños en edificaciones, el muelle y el aeropuerto. Los suelos arenosos presentes en varios rellenos tendrían vulnerabilidad moderada. • Tsunamis y maremotos*: Existe evidencia de tsunamis no registrados. La isla está expuesta a este riesgo por la actividad volcánica de las islas de Martinica y Santo Thomas.
Exposición:	Alta frente a inundación en 10% de la ZP, alta frente a aumento del nivel del mar en 20% de la ZP y 80% de canales. Alta frente a inundaciones y aumento del nivel del mar en manglares (100%) y litoral rocoso (27,3%).
Capacidad de adaptación	Baja. Se espera que las inundaciones derivadas de precipitaciones afecten las operaciones del puerto, así como la carga movilizada.
Vulnerabilidad al cambio climático	<p>Media-alta, producto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos erosivos: Afectación de 22% de línea de costa de la zona portuaria. • Inundaciones: Afectación de 50% de las terminales y de 100% e las vías que conectan la zona, así como en 29% del área de expansión portuaria. • Aumento del nivel del mar: Afectaciones sobre 12,5% del área de uso portuario y 50% de las terminales¹⁰. Esto tendría efectos sobre 15% del volumen de carga, y expondrían US\$3 millones de inversión frente a los efectos del cambio climático.

¹⁰ Estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

* Aunque los sismos, tsunamis y maremotos no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 7. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de San Andrés en 2040



Vulnerabilidad frente al cambio climático de la zona portuaria de San Andrés en 2040

ZONA PORTUARIA DE BUENAVENTURA

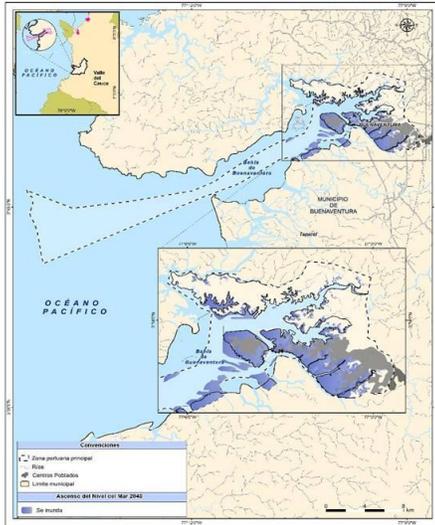
Localización	Pacífico colombiano, municipio de Buenaventura, Departamento del Valle del Cauca.
Clima	Cálido húmedo. Temperatura media anual de 26°C. Precipitación promedio mensual de 6.898 mm. Las precipitaciones se incrementan en julio-diciembre con un pico en octubre. Estas son menores entre enero-marzo.
Ecosistemas	La zona portuaria hace parte de una de las áreas de mayor biodiversidad del planeta, destacándose el alto endemismo y la fragilidad de los ecosistemas. Se encuentran manglares (5,1%), bajos (3,4%), estuarios (7,2%) y bosque húmedo tropical (15%). Las áreas boscosas son sujeto de permanente intervención antrópica como parte de una economía extractiva, que desconoce su fragilidad, ocasionando un fuerte impacto.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión costera: Acelerándose a partir de los últimos 50 años por los sismos. Evidente en acantilados, la Bocana y en la cuenca del río Dagua, por su mal manejo y deforestación. • Sedimentación: Producto de deslizamientos en la bahía, significa inversiones en dragado y reducción de la vida útil del puerto. La apertura de las compuertas de la hidroeléctrica Epsa en el río Achicaya generó retrocesos de 500 m de costa en Punta soldado y afectación en el canal de acceso a la isla de sedimento. • Aumento del nivel del mar: Se registra un promedio anual de 2,2 mm. Para 2100 podría alcanzar 89 cm. Así, el litoral Pacífico se continuará erosionando a tasas significativas. • Licuefacción, agrietamiento y salinización de suelos: Producto del comportamiento dinámico de fluido de los suelos. Genera hundimiento y agrietamiento de estructuras de concreto, salinización de pozos y suelos. Para los sismos de 1979 y 1991 se reporta pérdida de terrenos cultivables por salinización del suelo. • Subsidencia: Para el sismo de 1991 se reportan hundimientos de pilotes de las casas de hasta 40 cm, agrietamientos del terreno y salinización de pozos de agua. • Sismos*: Amenaza sísmica alta, especialmente en Buenaventura. Es posible esperar un sismo de gran magnitud en el futuro. • Reactivación de movimientos y fallas geológicas*: Pueden presentarse movimientos de masa en laderas, rocas fracturadas y suelos saturados, agrietamientos en terrenos planos u ondulados; escarpes en laderas o línea de costa, subsidencia o desplazamiento de grandes bloques. La falla de Buenaventura y la falla Naya - Micay han producido el hundimiento del bloque sur de la bahía de Buenaventura.
Exposición:	Alta para la zona portuaria (20%) frente a inundación extraordinaria. Alta para manglares (100%) y bajos (100%) frente a inundación periódica.
Capacidad de adaptación	Baja. El ascenso del nivel del mar ocasionaría daños en la infraestructura, muelles, equipos y carga almacenada. La sensibilidad frente al cambio climático se incrementa por que la única vía de acceso presenta problemas de inundación frente al ascenso del nivel del mar.
Vulnerabilidad al cambio climático	<p>Alta, debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos erosivos: Afectación de 22% de la línea de costa en la zona portuaria. • Sedimentación: Afectación del 100% de las terminales. • Aumento del nivel del mar¹¹: Afectaría 8% de la zona portuaria, 100% de las terminales y vías de acceso, 62% del área de uso portuario, 57% del área de expansión portuaria y 30% del volumen de carga. Exposición de US\$420 millones de inversión.

¹¹ Estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

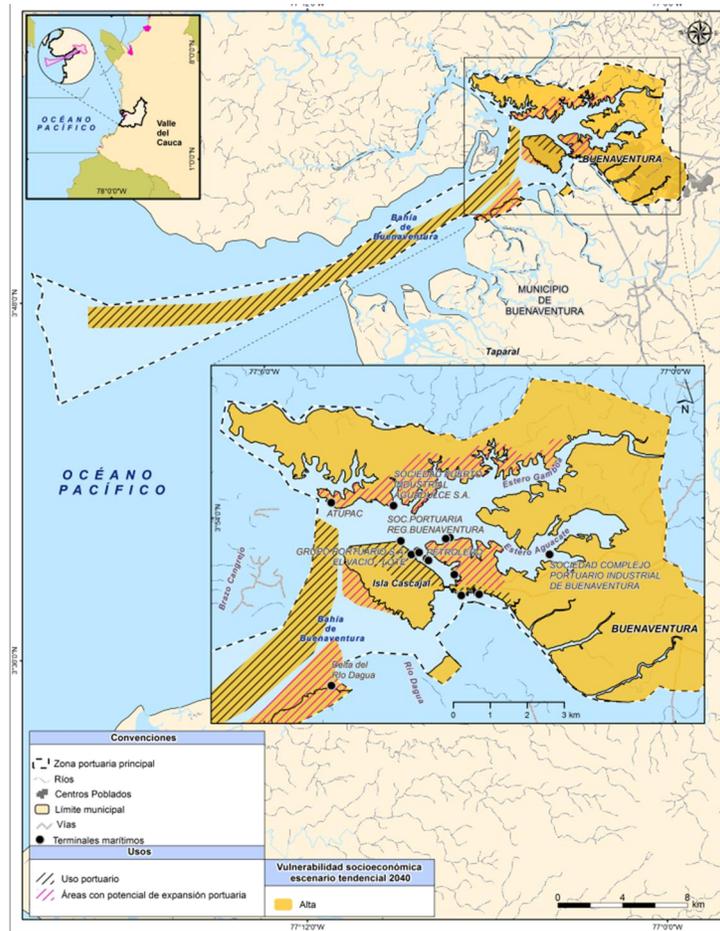
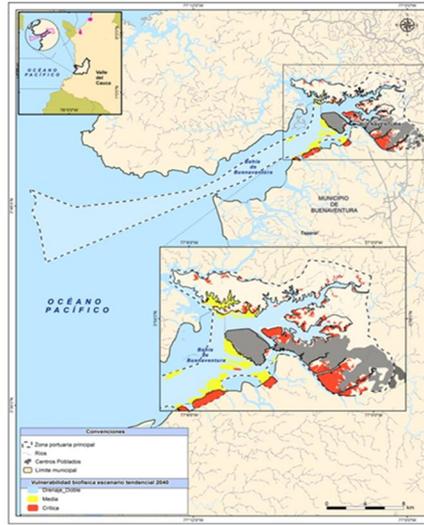
* Aunque los sismos y la reactivación de movimientos y fallas geológicas no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 8. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de Buenaventura en 2040

Ascenso del nivel del mar en la ZP de Buenaventura en 2040



Vulnerabilidad de los ecosistemas de la ZP de Buenaventura en 2040



Vulnerabilidad frente al cambio climático de la zona portuaria de Buenaventura en 2040

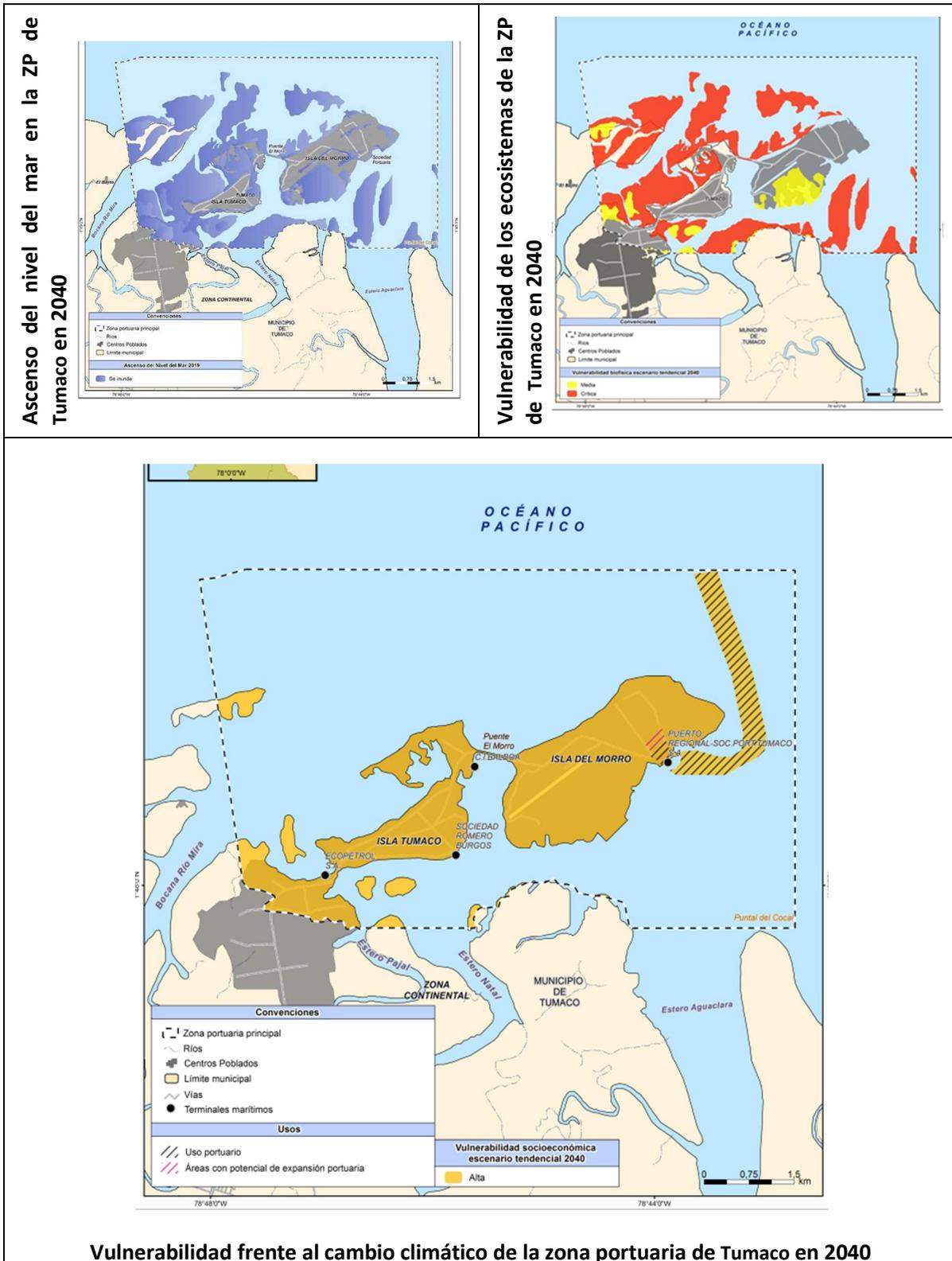
ZONA PORTUARIA DE TUMACO

Localización	Localizada al suroeste de Colombia, sobre la costa pacífica de Nariño, 304 kilómetros al suroccidente de la ciudad de San Juan de Pasto.
Clima	Cálido húmedo. Temperatura promedio de 26°C. La lluvia mensual fluctúa entre 97 mm en agosto y 360 mm en mayo para un total de 2.658 mm al año.
Ecosistemas	Presencia de densas formaciones de manglar (3,7%), vegetación herbácea (0,4%), fondos sedimentarios y bajos (24,3%). Entre estos, se destacan el mangle en la bocana del río Rosario con un elevado grado de productividad, la cual aún no es óptima, pues viene recuperándose de un largo período de sobreexplotación hasta 1968.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión costera y sedimentación: La bahía de Tumaco presenta procesos de erosión y sedimentación que afecta ecosistemas, el paisaje y el desarrollo económico, principalmente en La Viciosa y El Morro, Salahonda, y la playa de Pasacaballos. La línea de vegetación, que define el perímetro costero, presenta rasgos de erosión. La socavación de orillas cambió la configuración de los esteros y reubicación de caseríos. • Tsunamis y maremotos*: Puede producir inundación, destrucción de infraestructura por el impacto y la erosión de las corrientes entrantes y salientes (Flujo y reflujo). La isla del Guano, ubicada en la parte frontal de Tumaco, desapareció con el sismo-tsunami de 1979 y actualmente se está formando de nuevo. • Aumento del nivel del mar: Se ha estimado un altura máxima de marea de 3.68 m, que es el promedio de las más altas mareas presentadas en la bahía en los últimos 25 años. • Oleaje: En eventos extremos se pueden presentar alturas de ola mayores, tal como es el caso de los Tsunamis generados por maremotos, los cuales han azotado en varias ocasiones la zona costera de San Andrés de Tumaco. Existen registros desde 1906 a 1979. • Subsidencia*: El sismo de 1994 generó subsidencia del terreno de 30 a 40 cm en la Viciosa e isla el Morro. • Sismos*: Se terremotos tales como los ocurridos en 1906 (magnitud 8.8 en la escala de Richter), en enero y febrero de 1958 (7.8 y 6.9 respectivamente) y en 1979 (7.79). • Inundación: Las zonas más afectadas por las inundaciones son los caseríos de Terán, Congal y Bajito Vaquería. Asimismo, se presentan inundaciones en la Viciosa e isla El Morro, donde los terrenos están deprimidos y casi siempre se asocian a periodos de lluvias. El sismo de 1979 aumentó el área de terrenos inundables..
Exposición:	La sensibilidad de la zona portuaria se incrementa debido a la elevada exposición de manglares (96%), cuerpos de agua (100%), bajos (99,3%) y vegetación herbácea (100%) frente a inundaciones y procesos de sedimentación
Capacidad de adaptación	Baja. La probabilidad de inundación por ascenso del nivel del mar en los terminales portuarios es alta. Adicionalmente, la infraestructura y equipos son antiguos y con poco mantenimiento.
Vulnerabilidad al cambio climático	<p>Alta, debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos erosivos: 75% de las terminales portuarias presentarían procesos de erosión.. • Aumento del nivel del mar¹²: Afectación de 28.5% de la zona portuaria, 50% de las vías de acceso y terminales portuaria, así como en el 8% del volumen de carga. Esto representaría US\$9 millones de inversión expuesta.

¹² Estimación realizada a partir de la información disponible sobre las inversiones en infraestructura portuaria y carga que se verían afectadas por los efectos del aumento del nivel del mar proyectado a 2040.

* Aunque los sismos y la subsidencia no son eventos de origen climático, se consideran en el análisis por incrementar la vulnerabilidad de las zonas portuarias.

Ficha 9. Escenarios de vulnerabilidad de la Zona Portuaria de Tumaco en 2040

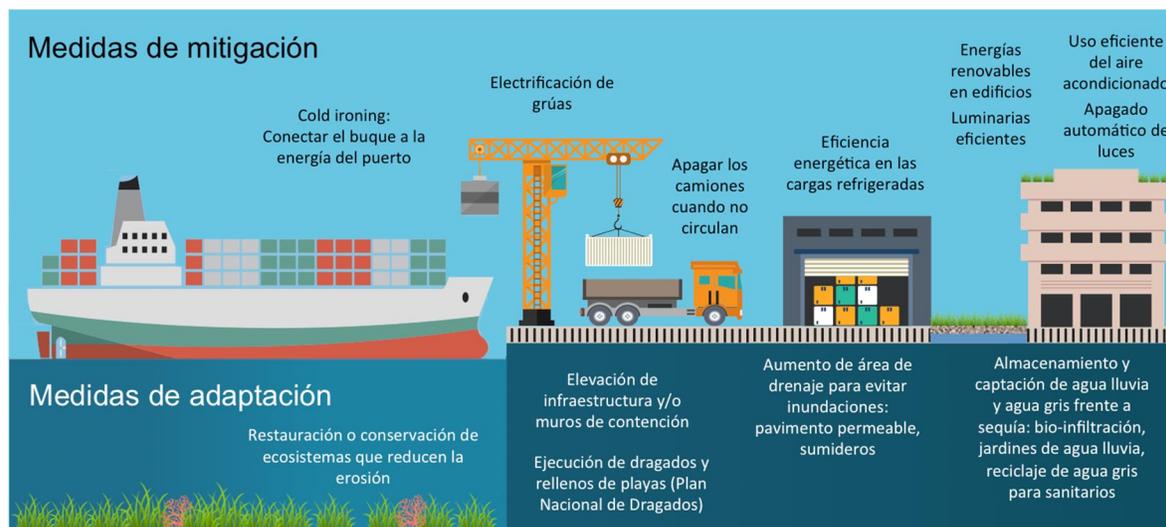


OPCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO PARA LAS ZONAS PORTUARIAS MARÍTIMAS DE COLOMBIA

El cambio climático impone nuevos retos a la infraestructura. Por un lado, los clientes demandan reducción de gases efecto invernadero debido a metas ambientales empresariales (carbononeutralidad) o metas nacionales en los países donde operan. Por otro lado, los efectos del cambio climático están impactando la infraestructura portuaria y su funcionamiento, requiriendo de mayores inversiones para mantenimiento y generando pérdidas por incidentes. Por este motivo, los puertos que implementen medidas para mitigar sus emisiones y para adaptarse a las condiciones futuras del clima serán más competitivos en una economía que requiere de mayores movimientos de carga, así como modernizaciones.

Las medidas de adaptación deben plantear indicadores que permitan evaluar su impacto en el largo plazo sobre los determinantes de la vulnerabilidad, para esto se dispone de los indicadores que desarrolló el IDEAM para la Tercera Comunicación Nacional para todos los municipios del país y en todos los sectores, así como el Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación que viene desarrollando el Gobierno Nacional, en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En cuanto a la mitigación de GEI, las medidas consideradas deben estar formuladas con metodologías validadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), como por ejemplo la del GHG Protocol o ISO 14064. A continuación, se muestran los ejes estratégicos para el desarrollo de medidas de adaptación y mitigación de GEI:

Figura 3. Opciones de adaptación y mitigación en puertos



A continuación se sugieren algunas medidas de adaptación y mitigación de GEI que fueron recopiladas a través de casos de estudio tanto a nivel nacional como internacional. Estas son solo una guía para orientar a los tomadores de decisión y deben analizarse a la luz de cada paso particular y con información más detallada:

Tabla 5. Acciones claves de adaptación al cambio climático en los puertos marítimos de Colombia

Amenaza	Acción	Plazo			Zona portuaria donde aplica
		Corto	Mediano	Largo	
Aumento del nivel del mar, inundación, erosión	Barreras de protección a través de manejo de ecosistemas costeros, p.ej. plantación de mangle.	X			Golfo de Morrosquillo, Cartagena, Turbo, Buenaventura y Tumaco
	Adecuación de las instalaciones portuarias para minimizar los impactos por inundaciones, sequías y erosión costera, p.ej. muros de protección, elevación de infraestructura.	X	X	X	Todas
	Articulación de acciones del Plan de Vías-CC con las estrategias de cambio climático para los puertos marítimos en aras de reducir la vulnerabilidad de los puertos en términos de conectividad, p.ej. considerar resultados de estudios piloto del Plan Vías CC en las vías de acceso a puertos.	X			Todas
	Planificación del aprovechamiento del material de dragado de acuerdo a los lineamientos del Plan Nacional de Dragados. E.g. en rellenos de playas en caso de que el material cumpla especificaciones establecidas por el Plan.	X			Todas
Aumento de las precipitaciones, aumento de la temperatura	Planificación del mantenimiento y rehabilitación de infraestructura portuaria considerando los efectos de la variabilidad climática y cambio climático, p.ej. programación de mantenimientos con pronósticos climáticos del IDEAM.	X			Todas
	Planificación y diseño para la construcción de obras nuevas considerando los riesgos derivados de la variabilidad climática y cambio climático, p.ej. adopción de la guía para incorporar cambio climático en proyectos, obras o actividades del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	X	X		Todas
	Integración de variables de cambio climático en los procedimientos o planes de operación de los puertos, p.ej. buques, terminales y depósitos, podrían requerir sistemas de refrigeración más eficientes en temporadas de sequía, reubicación de instalaciones portuarias en áreas no susceptibles al ascenso del nivel del mar.	X	X	X	Todas
	Reforestación de manglares, bosque ripario y revegetación de las zonas aledañas a la terminal y en los edificios de la terminal para reducir el aumento de temperatura	X	X		Todas
Sedimentación	Planificación de actividades de dragado de acuerdo a los lineamientos del Plan Nacional de	X			Zona portuaria de Barranquilla,

	Dragados				Cartagena, Urabá, Buenaventura, Tumaco.
Inundaciones y sequías	Implementar sistemas de captación, manejo y almacenamiento de aguas lluvias, p.ej. jardines de agua lluvia, bio-infiltración o zanjas vegetales y pavimento permeable para infiltrar la mayor cantidad de agua de escorrentía.	X	X		Todas
	Tecnologías de reducción del consumo de agua, p.ej. sistemas de riego mejorados para gránulos sólidos, sistemas de reciclaje de agua para humectación de carbón.	X	X		Todas
Todas	Revisión y actualización de los estándares, códigos y normativas aplicables a las infraestructuras para incorporar los efectos de la variabilidad climática y cambio climático.	X	X	X	Todas
	Identificación de necesidades de mantenimiento frente al cambio climático en el futuro (e.g. herramientas, planes).	X			Todas

Tabla 6. Acciones claves de mitigación de gases efecto invernadero en los puertos marítimos de Colombia

Segmento	Acciones	Plazo			Zona portuaria donde aplica
		Corto	Mediano	Largo	
Captura de CO ₂	Protección o restauración de ecosistemas con funciones de captación de CO ₂ , p.ej. Manglares (los de mayor capacidad), pastos marinos (Thalassias), arrecifes de coral.	X	X	X	ZP de Golfo de Morrosquillo, Cartagena, Urabá, la Guajira, Buenaventura y Tumaco.
Energías renovables	Aprovechamiento de época de vientos para generación y suministro de energía alternativa.	X	X		ZP de La Guajira, Santa Marta - Ciénaga, Cartagena, Barranquilla, San Andrés.
	Instalación de paneles fotovoltaicos para energizar unidades pequeñas de infraestructura (p.ej. baños, casetas) para incrementar gradualmente su participación.	X	X		Todas
Eficiencia energética	Adecuación de las instalaciones portuarias para optimizar el consumo de energía y agua, p.ej. reutilización de aguas grises, maximizar el uso de la iluminación natural.	X	X	X	Todas
	Promoción de tecnologías de conexión buque a tierra “cold ironing”.		X	X	Todas
	Reemplazo de tecnologías por unas más eficientes, p.ej. reconversión de grúas, montacargas, vehículos, y demás equipos a sistemas eléctricos.	X	X		Todas

	Reemplazo de bombillos y luminarias en toda la terminal portuaria	X			Todas
	Apagado de luces con sensores en edificios	X			Todas
Transporte	Incentivar a los empleados a utilizar modos no motorizados (bicicleta, caminata) para llegar al trabajo o servicios de transporte públicos o colectivos (ruta empresarial)	X			Todas
	Establecer política de eliminación del ralentí en las instalaciones del puerto: prohibir que los vehículos que ingresan a la terminal mantengan encendido el motor cuando no se encuentran en circulación.	X			Todas
	Reconversión de motores en vehículos que sean propiedad de la empresa: promover la renovación o reconversión de la flota de vehículos por vehículos eléctricos, híbridos o de gas natural.	X	X		Todas

Tabla 7. Acciones transversales de gestión del cambio climático en los puertos marítimos de Colombia

Segmento	Acciones	Plazo			Zona portuaria donde aplica
		Corto	Mediano	Largo	
Ventaja competitiva	Promoción y transformación de puertos tradicionales a puertos más eficientes a través de la optimización y de sus sistemas de gestión ambiental que puedan ser certificados bajos estándares mundiales, p.ej. Ecoports		X	X	Todas
Adaptación y mitigación en edificaciones	Adopción de la guía de construcción sostenible o de estándares de construcción y renovación sostenible para incrementar la capacidad de adaptación y la mitigación en edificaciones de la zona portuaria.	X	X		Todas
Financiación	Desarrollo de estrategia financiera que apalanque recursos para desarrollar acciones de cambio climático, p.ej. considerando fondos climáticos (a través del Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA) o banca multilateral.	X			Todas
Información	Complementar los sistemas de información portuaria con la información relacionada a cambio climático para desarrollar análisis de vulnerabilidad e inventarios de gases efecto invernadero a mayor detalle.	X	X		Todas
	Indicadores para evaluar el impacto de las acciones de adaptación y mitigación en las zonas portuarias.	X			Todas
	Intercambio de información entre actores públicos y privados del sector portuario entorno a la gestión del cambio climático como oportunidad para aumentar la competitividad sectorial.	X			Todas
Educación y comunicación	Capacitaciones en cambio climático al personal del puerto y a operadores que hagan uso de las instalaciones.	X			Todas
	Difusión de la información sobre vulnerabilidad y reducción de emisiones a la comunidad ubicada en área de influencia de la zona portuaria.	X			Todas

ESTRATEGIA DE COORDINACIÓN INSTITUCIONAL: MESA NACIONAL PORTUARIA

La implementación de acciones de adaptación y mitigación de GEI requiere de articulación del puerto con entidades del orden nacional y regional, tales como Ministerios, autoridades ambientales, otros puertos, academia e institutos de investigación, entre otros. Para esto se propone crear una mesa nacional portuaria, coordinada por el Ministerio de Transporte, con el fin de facilitar el intercambio de experiencias, la implementación de medidas de cambio climático y el diseño de incentivos. Esta mesa tendría las siguientes características:

- ✓ Representar los intereses gubernamentales y sectoriales
- ✓ Abordar integralmente el tema de cambio climático
- ✓ Responder a la interrelación de intereses entre los puertos y el desarrollo vial para la conectividad

En el marco de esta mesa se incluye la iniciativa de auditoría energética en 11 puertos. En esta se apoyará a las terminales participantes a identificar áreas donde se puede reducir el consumo de energía, lo que contribuye a la mitigación de gases efecto invernadero y a la adaptación al cambio climático. También se comparten experiencias internacionales y se recibe apoyo técnico de expertos de la CEPAL.

En esta mesa se articulará el sector portuario con el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) para facilitar la implementación de las estrategias nacionales, incorporar las consideraciones del sector en la toma de decisiones y llevar los puertos del país hacia un desarrollo resiliente, competitivo y bajo en carbono.

GUÍA PARA FACILITAR LA INCORPORACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA GESTIÓN PORTUARIA

A continuación, se presenta una guía para facilitar la incorporación de consideraciones de adaptación al cambio climático y mitigación de gases efecto invernadero en la planificación, desarrollo y operación de los puertos marítimos. Las etapas de la guía se resumen en la figura 4.

Figura 4. Pasos para la formulación de medidas de cambio climático



Es importante tener presente que cada etapa deberá complementarse con los planes integrales de cambio climático a nivel regional que estén formulados o en proceso de formulación.

ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES

En esta etapa se compila y organiza la información disponible de la zona portuaria, en los componentes físicos, bióticos, económicos, socioculturales e institucionales, para obtener una fotografía actual (línea base) y así evaluar los posibles impactos y oportunidades del cambio climático. Esta etapa consta de las siguientes sub-etapas:

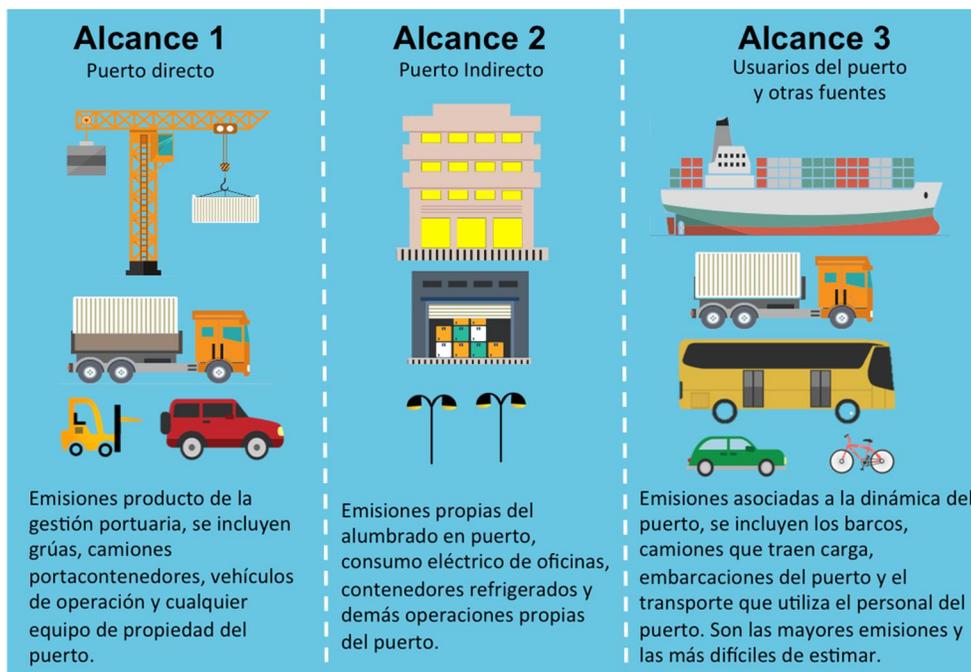
1. Estimación de emisiones de GEI actuales y futuras
2. Análisis de vulnerabilidad para la infraestructura y operación portuaria frente a las amenazas climáticas actuales y futuras

Sub-etapa 1. Estimación de la línea base de gases efecto invernadero y proyección de la trayectoria de las emisiones a futuro

Para este proceso se debe utilizar una metodología avalada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) como por ejemplo el GHG Protocol del World Resources Institute (WRI) o la ISO 14064. Los pasos de la metodología del WRI se describen a continuación:

a) **Identificar fuentes de emisiones de GEI.** Es necesario agrupar la información en las categorías más comunes: combustión fija, combustión móvil, emisiones de proceso y emisiones fugitivas, e identificar las emisiones de alcance 1, 2 y 3. En la Figura 5 se muestran los alcances de manera gráfica, ilustrando cómo cada actividad o equipo interviene y puede ser una fuente generadora de gases de efecto invernadero.

Figura 5. Alcances de la principales fuentes de emisión en un puerto marítimo



Fuente: Modificado de WPCI 2010

b) **Seleccionar un método de estimación de emisiones de gases efecto invernadero.** La aproximación más común es la aplicación de factores de emisión documentados, que son cocientes que relacionan la emisión a una medida de actividad en una fuente. El IPCC (2006) establece una jerarquía de métodos de estimación de emisiones asociados a la calidad de información disponible y a la precisión deseada, estos se clasifican por niveles (Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3). El IPCC sugiere que se utilice el mayor nivel de precisión que sea posible para las fuentes que son responsables de las mayores emisiones.

c) **Recolectar datos sobre las actividades y elegir factores de emisión.** Posteriormente se procede al levantamiento de la información. Para el nivel 1, las emisiones se estiman con base en las cantidades adquiridas de combustibles comerciales (gas natural, diesel, combustóleo, gasolina, etc.) utilizando los factores de emisión del FECOC¹³. En el alcance 2 las emisiones se estiman a partir del consumo de energía eléctrica y de los factores de emisión del FECOC para electricidad. En el alcance 3, las emisiones se estiman a partir de los datos de las actividades de la empresa,

¹³ http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html

como uso de combustible por modo y modelo de vehículo, kilómetros recorridos por pasajeros o carga, y factores de emisión publicados para cada fuente.

d) Realizar la estimación. Se deben utilizar las metodologías avaladas por el IPCC, tales como el GHG Protocol o la ISO 14064. Existen dos categorías principales para la estimación: las sectoriales y las intersectoriales. Las primeras están diseñadas para sectores específicos; actualmente no existe una herramienta de estimación para el sector portuario o de transporte marítimo. La intersectoriales incluyen: combustión fija, combustión móvil, uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado. La tabla 8 presenta los segmentos que pueden estimarse en el sector portuario.

Tabla 8. Estimaciones intersectoriales que pueden ser usadas en el sector portuario

Combustión fija	<ul style="list-style-type: none">• Estima emisiones directas e indirectas de CO₂ del consumo de combustibles fósiles en equipo fijo.• Proporciona dos opciones para asignar emisiones a una planta de congelación.• El FECOC provee factores de emisión para combustibles y electricidad.
Combustión móvil	<ul style="list-style-type: none">• Estima las emisiones directas e indirectas de CO₂ del consumo de combustibles fósiles en fuentes móviles.• El FECOC provee factores de emisión para los combustibles utilizados en modo terrestre, aéreo, acuático y férreo.
HFC del uso de aire acondicionado y refrigeración	<ul style="list-style-type: none">• Estima las emisiones de HFC para la manufactura, uso y disposición de equipos de refrigeración.• Provee tres metodologías de cálculo: un método basado en ventas, un segundo basado en las fases del ciclo de vida y un tercero basado en factores de emisión.
Incertidumbre en la medición y estimación de las emisiones de GEI	<ul style="list-style-type: none">• Incorpora los elementos fundamentales del análisis de incertidumbre y cuantificación.• Calcula la incertidumbre estadística de parámetros debido a errores aleatorios relacionados con la estimación de emisiones de GEI.

Fuente: WRI y WBCSD 2006

e) Establecer los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación. Se debe considerar un mecanismo de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) alineado a la metodología propuesta por el Gobierno Nacional en el documento MRV Nacional.

En el Anexo 1 se presenta el cálculo las emisiones de GEI para la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, siguiendo los pasos que suministra el protocolo de GEI (WRI y WBCSD, 2006).

Sub-etapa 2. Análisis de la vulnerabilidad frente al cambio climático

Para definir la vulnerabilidad de cada operador de terminal portuaria se propone la metodología “Análisis de vulnerabilidad al cambio y/o a la variabilidad climática para proyectos, obras y actividades” elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y cuyos pasos se resumen a continuación:

a) Definir los eventos climáticos sobre los que se va a realizar el análisis: tener en cuenta sólo aquellos que son relevantes para la operación de la terminal portuaria. El análisis se realizará para

cada uno de los eventos climáticos seleccionados, sean de variabilidad o de cambio climático, pues los impactos de cada evento pueden ser diferentes.

Tabla 9. Eventos climáticos extremos

CLIMA ACTUAL (VARIABILIDAD CLIMÁTICA)		CLIMA FUTURO (ESCENARIOS IDEAM/CAMBIO CLIMÁTICO)
Ciclones tropicales, tormentas tropicales	Inundaciones	Precipitación 2040, 2070, 2100.
Ola de Calor	Movimientos en masa	
Granizadas	Avenidas torrenciales	
Heladas	Aguaceros o Chubascos	Temperatura 2040, 2070, 2100. Ascenso del nivel del mar.
Vientos fuertes / Vendavales	Sequías/Déficit de lluvias	
Erosión costera	Incendios de la cobertura vegetal/ Incendio forestal	

Fuente: MADS – DCC 2016

b) Definir el sistema. Corresponde al espacio geográfico sobre el cual se va a realizar el análisis. Este espacio puede obedecer a una terminal portuaria, o a un conjunto de terminales donde los operadores realizan sus actividades.

c) Información climática de línea base. Características o condiciones climáticas históricas y futuras de la región donde se ubica el estudio, evidencias históricas sobre impactos y consecuencias derivadas de eventos climáticos.

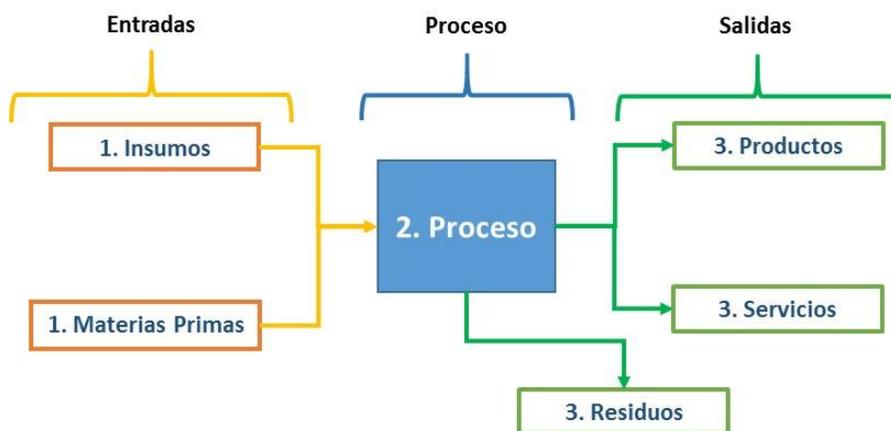
Esta metodología plantea que no se requieran estudios científicos de alta complejidad y costos, pues la información ya se encuentra de manera intrínseca en la empresa y las comunidades de la región. Por ejemplo, la información o conocimiento que se tienen en estudios de impacto ambiental, estudios ambientales en general o a través de los profesionales/técnicos de la empresa, es una muy buena fuente de información. Otra fuente pueden ser las personas de la región, preferiblemente las de mayor edad. La empresa puede definir un mecanismo a través del cual recolecte la información sobre eventos climáticos del pasado e impactos/consecuencias asociadas, que tengan las personas de la misma empresa o de la zona.

Para la recopilación de información procedente de las comunidades o del personal de la empresa, se puede apoyar en la [Guía de Adaptación Basada en Comunidades](#), específicamente en el “Bloque 2: Clima y Cambio Climático” y “Bloque 3: Impactos del cambio climático”, de la metodología allí propuesta.

También puede apoyarse en la información de la base de datos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre (UNGRD) (<http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx>), donde se consolida información sistemática sobre la ocurrencia de desastres cotidianos de pequeño y mediano impacto.

d) Identificar cuáles son los factores de éxito en el funcionamiento de la terminal portuaria, o que tengan que ver con la misión y visión de la empresa, que pueden verse afectados directa o indirectamente, por los fenómenos climáticos definidos.

Figura 6. Proceso genérico productivo o de servicio



Fuente: MADS DCC 2016

Se recomienda a la empresa trabajar sobre su mapa de proceso o diagrama de flujo, y sobre este hacer la identificación de los factores de éxito que pueden verse afectados por el clima, con el fin de usar este diagrama como un conductor para el análisis, e igualmente hacer este ejercicio con el texto de la misión y visión de la empresa. Otra forma de identificar estos factores es ubicar los indicadores relevantes que definan el desempeño de la organización y cómo estos pueden verse afectados por el clima directa o indirectamente.

En el análisis de los riesgos climáticos, estos factores de éxito corresponden a los elementos expuestos a los eventos climáticos definidos en el punto **b**. A manera de ejemplo, algunos elementos expuestos o factores de éxito, pueden ser:

En entradas (Figura 6):	En proceso (Figura 6):	En salidas (Figura 6):
<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a la terminal portuaria • Maquinaria • Depósitos de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad/daño de equipos, maquinaria e infraestructura • Tiempo de los procesos • Disponibilidad de energía para los procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega/transporte de la carga • Calidad final del servicio • Costo logístico • Infraestructura de transporte disponible

Para esta identificación, también se puede tener en cuenta que las perturbaciones, producto de eventos climáticos específicos, sobre el desarrollo de las operaciones de la organización, pueden quedar reflejadas en los registros financieros, cuando es requerido recursos para la reparación o sustitución de los activos de la empresa. Un cambio manifestado en el mercado y en la demanda de los usuarios puede ser también un reflejo de estos cambios en el clima. Los registros sobre las interrupciones o alteraciones en la logística empresarial, como pueden ser la escasez de materias primas, el análisis de la evolución de sus precios y los costos o las interrupciones en las cadenas de

suministro y de producción también pueden proveer de información relevante para analizar en qué medida la organización se ve afectada por el cambio climático.

Los pasos que se presentan a continuación deben ser aplicados a cada factor de éxito y se recomienda que una vez estos se hayan definido, se realice una priorización de los mismos, con el fin de ir aplicando la metodología sobre los factores de mayor interés o sobre todos los factores definidos a discreción de la empresa.

f) **Ecuaciones** para el análisis de la vulnerabilidad:

Índice de Riesgo Climático Empresarial = Probabilidad de ocurrencia * Consecuencias Esperadas

IRCE= PO * CE

Vulnerabilidad Climática Empresarial= Índice de Riesgo Climático Empresarial * Capacidad de adaptación

g) Identificación de los posibles impactos. Son los impactos causados o posibles en la empresa por el clima actual (variabilidad climática) y futuro (escenarios de cambio climático - IDEAM). Para el clima futuro, se recomienda definir un horizonte de tiempo sobre el cual se va a trabajar: 2040, 2070 y/o 2100 (estos tres analizados en la Tercera Comunicación Nacional del IDEAM¹⁴).

Una adecuada identificación de impactos implica un completo conocimiento del funcionamiento de la terminal portuaria y de la empresa, así como un conocimiento completo e integral del sistema (lugar) donde se ubica, en sus medio biótico, abiótico y socioeconómico. Se deben considerar impactos que el clima genere en otras empresas, que estén ubicadas en la zona o impactos que se generen al territorio y que indirectamente impacten a la empresa. Se tiene que tener en cuenta la relación de la empresa con el entorno y viceversa.

h) Análisis de riesgos climáticos empresariales¹⁵. Dado que los impactos futuros del cambio climático presentan incertidumbre por estar basados en proyecciones climáticas, es necesario para una buena planificación empresarial abordar los tres componentes del riesgo: (1) probabilidad de ocurrencia, (2) consecuencias esperadas y (3) capacidad adaptativa; que definen la vulnerabilidad intrínseca de la empresa frente a los efectos del cambio climático.

¹⁴ Los escenarios de aumento del nivel del mar serán actualizados en el marco de la Tercera Comunicación Nacional sobre cambio climático que el IDEAM se encuentra elaborando.

¹⁵ Este análisis de riesgos climáticos tiene en cuenta y adapta las metodologías propuestas tanto por el IPCC, y por el DEFRA (Department for environment, food and rural affairs), en el marco de la política de cambio climático del Reino Unido, en su aplicación bajo la Ley de Cambio Climático 2008 para el reporte de informes de adaptación realizados, en especial por el sector energético. (IPCC: Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez y F. Yamin. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. DEFRA: UK Climate Change Risk Assessment: Government Report.2012; y DEFRA. Climate Change Adaptation.E.ON UK Generation. 2011)

Es importante destacar que la metodología de análisis de vulnerabilidad para empresas no se basa en un método aritmético, sino de evaluación de la importancia relativa, basada en el conocimiento de actores clave (empleados, contratistas, actores clave identificados, comunidades) sobre la región, su clima y el funcionamiento de la empresa, que aportan su juicio de forma subjetiva e informada. Para el desarrollo de esta metodología, se sugiere realizar un panel con los actores clave, a manera de “panel de expertos”, para realizar las calificaciones de las matrices que se van a presentar a lo largo de la metodología.

La identificación y análisis del riesgo consiste en la determinación de la probabilidad de que ocurra un impacto específico como efecto de un evento de origen climático y de las consecuencias derivadas del mismo sobre la empresa, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IRCE = PO * CE$$

Dónde:

IRCE: Índice de Riesgo Climático Empresarial

PO: Probabilidad de Ocurrencia

CE: Consecuencias Esperadas

i.1) Probabilidad. Corresponde a la probabilidad de ocurrencia del impacto identificado en el punto h. Para su calificación se tienen 6 categorías, desde improbable a muy probable, asignando un puntaje a cada una.

Tabla 10. Probabilidad de ocurrencia de los impactos identificados

	Improbable	Muy poco probable	Poco probable	Probable	Bastante probable	Muy probable
Puntuación	3	4	5	7	9	10

Fuente: MADS – DCC 2016

i.2) Consecuencia. Se busca calificar el grado de gravedad de las consecuencias que puede acarrear la ocurrencia del impacto. En este caso, se presenta una escala de 0 a 10, para una importancia despreciable o una importancia muy grave, como se presenta en la Tabla 11.

El contenido de las columnas de: 1 (Consecuencias económicas y de operatividad en activos), 2 (Daños físicos) y 3 (Consecuencias) en materia de seguridad, puede ser adaptado acorde a las características de cada empresa, para una mejor coherencia con la realidad de la misma.

Tabla 11. Nivel de gravedad de las consecuencias frente a la ocurrencia de los impactos identificados

Puntuación	Grado	Consecuencias económicas y de operatividad en activos.	Daños físicos	Consecuencias en materia de seguridad
0	Despreciable	Sin repercusiones	Sin daños físicos	Sin repercusiones
3	Mínima	Repercusiones irrelevantes en las cuentas anuales del activo	Daños físicos irrelevantes	Sin repercusiones

Puntuación	Grado	Consecuencias económicas y de operatividad en activos.	Daños físicos	Consecuencias en materia de seguridad
4	Menor	Repercusiones en las cuentas anuales del activo asumibles sin dificultad	Daños físicos leves	Sin repercusiones
5	Significativa	Repercusiones notables en las cuentas anuales del activo, pero asumibles	Daños físicos notables	Sin repercusiones
7	Importante	Importantes repercusiones en las cuentas anuales del activo, asumibles con mayor dificultad que en el grado de impacto anterior	Daños físicos importantes pero asumibles	Sin repercusiones
9	Grave	Graves repercusiones en las cuentas anuales, llegándose a contemplar la posibilidad de cierre del activo	Daños físicos difíciles de asumir	Repercusiones de poca envergadura y asumibles
10	Muy grave	Las repercusiones económicas exigen el cierre o renovación total del activo	Daños físicos no asumibles	Puede tener repercusiones no asumibles

Fuente: MADS – DCC 2016

i.3) Índice de riesgo climático empresarial (IRCE). Una vez calculadas la probabilidad (numeral i.1) y la consecuencia (numeral i.2), con el producto de la puntuación otorgada a cada una, se genera el índice de riesgo, tal como se presenta en la Tabla 12:

Tabla 12. Magnitud del IRCE

Índice de riesgo		CONSECUENCIA						
		Despreciable	Mínima	Menor	Significativa	Importante	Grave	Muy grave
PROBABILIDAD	Improbable	0	9	12	15	21	27	30
	Muy poco probable	0	12	16	20	28	36	40
	Poco probable	0	15	20	25	35	45	50
	Probable	0	21	28	35	49	63	70
	Bastante probable	0	27	36	45	63	81	90
	Muy probable	0	30	40	50	70	90	100

Fuente: MADS – DCC 2016

Con este análisis IRCE se están identificando los factores de éxito de la empresa con mayor riesgo frente al evento climático analizado, para posteriormente diseñar y priorizar las medidas de adaptación que se requieran. La magnitud del IRCE obtenido permite caracterizar el riesgo desde despreciable hasta muy alto para priorizar acciones, de la siguiente manera:

Tabla 13. Caracterización del riesgo para la priorización de acciones

RIESGO	MAGNITUD	CATEGORÍA	TIPOLOGÍA	PRIORIZACIÓN
Muy Alto	>90	5	R5	Es urgente evaluar acciones
Alto	51 - 90	4	R4	En necesario evaluar acciones
Medio	31 - 50	3	R3	Es recomendable evaluar acciones
Bajo	21 - 30	2	R2	Es necesario el seguimiento, pero no tanto evaluar acciones
Muy bajo	0 - 20	1	R1	No es necesario evaluar acciones preventivas o adaptativas
Despreciable	0	0	R0	Riesgo despreciable

Fuente: MADS – DCC 2016

j) Capacidad de adaptación. El IPCC lo define como las medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos actuales o esperados del cambio climático. Para una empresa, la capacidad de adaptación tiene que ver con la capacidad de aprovechar las oportunidades que pueda traer el cambio climático, atenuar los daños que se puedan presentar y enfrentar las consecuencias negativas, mediante recursos, tecnologías, buenas prácticas, nuevos productos y/o servicios o modificaciones en los existentes, etc.

Según la tipología de riesgo, la adaptación¹⁶ puede desarrollarse en el corto, mediano y/o largo plazo. En todo caso, la decisión de la empresa de adaptarse al cambio climático debe obedecer a un contexto estratégico de planeación, visión y política empresarial de largo plazo. Esto depende de la disponibilidad de recursos y fuentes de información.

Se proponen 4 grupos de variables para evaluar la capacidad de adaptación de las empresas, las cuales están relacionadas con su nivel de planificación:

- 1. Variables transversales: planificación gubernamental y empresarial.** Desde el nivel gubernamental (nacional, regional o local), corresponde a la existencia de planes de adaptación sectorial, de planes de adaptación territorial o de planes integrales de cambio climático en el territorio, la existencia de Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes de Manejo y Ordenación de Cuencas Hidrográficas (POMCA), Planes de Ordenamiento y Manejo de la Unidad Ambiental Costera (POMIACS), desarrollo territoriales y demás herramientas de planeación territorial con la inclusión de la variable de cambio climático, la existencia de proyectos a nivel municipal relacionados directa o indirectamente con cambio climático, o demás iniciativas que lleven hacia la adaptación o aumento de la resiliencia del sistema donde se ubica la empresa. O planes de este tipo, pero adelantados como iniciativa privada.
- 2. Recursos económicos:** Existencia de recursos económicos para hacer frente a los riesgos, inclusión en el presupuesto de la empresa, disponibilidad de fuentes de financiación o la posibilidad de explotación de oportunidades de mercado derivadas de la adaptación.

¹⁶ La adaptación puede ser proactiva o reactiva. La primera tiene un carácter de planeación y prevención, la segunda se enmarca en atender el impacto generado por el evento climático después de ocurrido. Claramente la segunda opción es menos costo-efectiva y puede traer aumento en los costos de producción y disminución de la productividad.

- 3. Infraestructuras y tecnología:** Disponibilidad de las infraestructuras y de las tecnologías necesarias y suficientes para hacer frente a los riesgos identificados. Las infraestructuras y procesos de gestión que den flexibilidad a las cadenas de suministro y que reduzcan la dependencia de determinadas materias primas vulnerables, permiten mayor capacidad de adaptación de las operaciones y del abastecimiento.
- 4. Variables sociales: información y conocimiento.** Disponibilidad de información en la empresa y en sus agentes clave, conocimiento del riesgo y/o de las oportunidades, existencia de precedentes de actuación, existencia de metodología, grado de conocimiento e implicación por parte de los empleados de las empresas, los clientes y las comunidades del entorno, existencia de programas de entrenamiento, disponibilidad de información de estudios de caso, antecedentes de movimientos o conflictos socioambientales.

La presencia de estas variables en el contexto empresarial permitirá calificar la capacidad de adaptación de las empresas, de la siguiente forma:

Tabla 14. Capacidad de adaptación

	Despreciable (CA0)	Mínima (CA1-2)	Media (CA3)	Significativa (CA4)	Importante (CA5)
Puntuación	10	7	4	3	1

Fuente: MADS – DCC 2016

Para orientar la calificación, se presenta la siguiente descripción:

- **Despreciable:** No se dispone de ninguna variable (CA0)
- **Mínima:** Se dispone de una o dos variables (CA1-2)
- **Media:** Se dispone de tres variables (CA3)
- **Significativa:** Se dispone de cuatro variables (CA4)
- **Importante:** Se dispone de cinco variables (variables transversales, recursos económicos, infraestructura, información, conocimiento) (CA5)

k) Vulnerabilidad climática empresarial. Depende tanto de la probabilidad de ocurrencia del impacto identificado, como del grado de consecuencia frente a la ocurrencia de estos impactos, lo que determina el *IRCE* frente a la *capacidad de adaptación* de la empresa. Esta será específica para cada riesgo evaluado y para cada receptor del impacto. Así, cuanto mayor sea la severidad del *IRCE*, mayor será la vulnerabilidad del elemento receptor del riesgo (factor de éxito).

Partiendo de este análisis se evalúa la vulnerabilidad de la empresa por medio de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{VuCE = IRCE * CA}$$

Dónde:

VuCE: Vulnerabilidad climática empresarial

IRCE: Índice de riesgo climático empresarial

CA: Capacidad de adaptación

Este producto se calcula tomando el valor del IRCE (Tabla 12), que varía entre 0 y 100, y el valor de CA (Tabla 14), que varía entre 1 y 10. El rango de valores resultado del producto de estas dos variables, corresponde a la *VuCE* que varía entre 0 y 1000, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 15. Vulnerabilidad Climática Empresarial

		CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN				
		Despreciable (CA0)	Mínima (CA1)	Media (CA2)	Significativa (CA3)	Importante (CA4)
TIPOLOGÍA DE RIESGO	R0	0	0	0	0	0
	R1	200	140	80	60	20
	R2	300	210	120	90	30
	R3	500	350	200	150	50
	R4	900	630	360	270	90
	R5	1000	700	400	300	100

Fuente: MADS – DCC 2016

Tabla 16. Tipología de la Vulnerabilidad

RIESGO	MAGNITUD	CLASE	TIPOLOGÍA
Muy Alto	>700	5	V5
Alto	>500-700	4	V4
Medio	>300-500	3	V3
Bajo	>100-300	2	V2
Muy Bajo	> 0-100	1	V1
Despreciable	0	0	V0

Fuente: MADS - DCC

ETAPA 3. FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Sub-etapa 1. Identificación de medidas

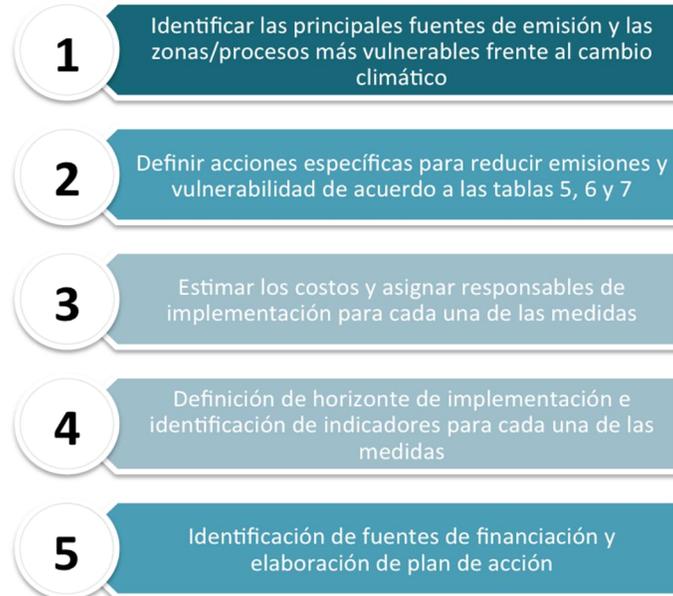
Posterior a las etapas 1 y 2, se inicia la formulación de las estrategias, programas y acciones para gestionar la vulnerabilidad frente al cambio climático y reducir las emisiones de gases efecto invernadero. Para esto se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de intervenciones se requieren para reducir la vulnerabilidad frente a cada amenaza generada por la variabilidad y cambio climático?
- ¿Qué tipo de acciones se requieren para reducir el consumo de energía, combustibles y cambio de las coberturas vegetales en cada uno de los alcances?
- ¿Qué acciones se vienen adelantando actualmente frente al tema de gestión y reducción del riesgo?

-
- ¿Qué acciones se vienen adelantando actualmente que sean una oportunidad para la reducción de consumo de energía, combustibles o remoción de coberturas vegetales?
 - ¿Cuáles son los costos monetarios de implementar las medidas?
 - ¿En qué horizonte de tiempo deben/pueden implementarse?
 - ¿Quiénes son los responsables de implementar las medidas o los actores involucrados?
 - ¿Qué se requiere para las medidas sean sostenibles en el tiempo?

Con base en esta información se procede a la identificación de medidas para su posterior estructuración detallada. Se recomienda que para esto se sigan los pasos que se resumen en la Figura 7. En el proceso de identificación de medidas es importante remitirse a los instrumentos de política existentes como referentes para la definición de las acciones por desarrollar. Estos se encuentran listados en el Anexo 2.

Figura 7. Pasos para la identificación de medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático



Esta etapa deberá involucrar tanto los actores y sectores de la empresa donde se identifiquen vulnerabilidades frente al cambio climático y potenciales de reducción de emisiones, o que puedan verse involucrados en la implementación de las medidas en el futuro; como aquellos que dependen de la actividad portuaria y puedan verse afectados por cambios a futuro.

Sub-etapa 2. Priorización de medidas

Suponiendo que no todas las medidas de mitigación de gases efecto invernadero puedan ejecutarse en el corto plazo y simultáneamente, y que se deban priorizar las inversiones para aquellas medidas con alto impacto, se sugiere utilizar los criterios de priorización de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) que se presentan a continuación:

1. Potencial de reducción de emisiones de gases efecto invernadero
-

2. Contribución de las acciones identificadas a los objetivos estratégicos de la empresa
3. Costos de implementación
4. Beneficios económicos, sociales y ambientales de la medida
5. Medidas de mitigación con beneficios en adaptación
6. Percepción de actores clave de la empresa

Una situación similar ocurre en adaptación, pues es posible que no todas las causas, factores de riesgo y fenómenos identificados en la evaluación de la vulnerabilidad, puedan ser abordadas inmediatamente debido a las características de las medidas, el contexto del puerto o los recursos disponibles. Para esto se sugieren los siguientes criterios de priorización:

1. Medidas que reduzcan las principales vulnerabilidades de la terminal portuaria
2. Contribución de las medidas a los objetivos estratégicos de la empresa
3. Costos de implementación
4. Beneficios económicos, sociales y ambientales de la medida
5. Medidas de adaptación con beneficios de mitigación
6. Percepción de actores clave de la empresa

Sub-etapa 3. Financiación

Existen diferentes fuentes de recursos y herramientas para apoyar la financiación de las medidas de mitigación y adaptación. Entre estos se encuentran las líneas de crédito verde que el gobierno abre a través de Bancoldex o la Financiera de Desarrollo Nacional y que canaliza a través de Bancos de primer piso; las deducciones de aranceles, IVA e impuesto a la renta establecidas por la Ley 1715 de 2014 (actualmente en reglamentación), la cooperación internacional y los fondos climáticos. Con respecto a estos últimos, se muestra a continuación una lista de fondos y cooperantes que podrían apoyar la implementación de acciones de cambio climático en los puertos marítimos de Colombia.

Tabla 17. Algunos fondos y cooperantes para cambio climático (excluye fondos privados)

Fondos climáticos	Organismos multilaterales	Organismos bilaterales	Fondos de carbono
<ul style="list-style-type: none"> • Fondos de inversión climática (CIF): CTF, FIP, PPCR, SREP • Fondo Verde para el Clima (GCF) • Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF): SCCF, SGP, AF • Alianza Mundial para el Cambio Climático (GCCA) • Fondo de Desarrollo Europeo (EuropeAid) • Fondo Nórdico de Desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco Interamericano de Desarrollo: Infracund, SECCI, otros • Banco Mundial: IDA, IBRD, IFC, otros • Corporación Andina de Fomento (CAF) • Fondo Monetario Internacional (FMI) • Banco de Inversión Europeo 	<ul style="list-style-type: none"> • Fondo Climático Internacional (Reino Unido) • Iniciativa Climática Internacional (Alemania) • Banco de Desarrollo KfW (Alemania) • Iniciativa Hatoyama (Japón) • Fondo Finandés – Finnfund (Finandia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fondos y Servicios del Carbono: CADF, CF, PCF, CDCF, BioCF (Banco Mundial) • Fondos Nacionales de Carbono (Japón, Países Bajos, España, Dinamarca, Italia, Alemania, Países Nórdicos) • Fondo de Carbono de Europa (Comunidad Europea)

ETAPA 4. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS

En esta etapa es importante involucrar actores clave de la empresa con conocimientos técnicos específicos en cada área donde se ha identificado el potencial para el desarrollo de medidas, así como actores externos a la organización como gobierno, instituciones de investigación y comunidad; pues pueden aportar información importante para la implementación exitosa de las actividades.

También se recomienda que para la conceptualización, formulación, evaluación e implementación de acciones de mitigación se utilicen las guías generadas por el MADS en convenio con el ICONTEC para acciones de mitigación nacionalmente apropiadas (NAMAS), proyectos de desarrollo bajo en carbono (PDBC), acciones de mitigación en el sector LULUCF a nivel rural incorporando consideraciones sociales y de biodiversidad.

ETAPA 5. MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN (MRV) Y MONITOREO Y EVALUACIÓN (M&E)

La ejecución de las acciones o proyectos que se propongan deben estar constantemente acompañados de un proceso de seguimiento (MRV para mitigación y M&E para adaptación), que permita evaluar el impacto en el cumplimiento de las metas y objetivos sobre la marcha e identificar obstáculos y aciertos de las medidas formuladas para la toma de decisiones oportuna.

Para las medidas de mitigación, se recomienda que las metodologías de monitoreo, reporte y verificación (MRV) estén alineadas con la metodología propuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el documento de MRV Nacional.

Con respecto al monitoreo de las acciones de adaptación, se recomienda utilizar los indicadores de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático para Colombia y los del Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación, que pueden ser complementados con nuevos indicadores elaborados con base en información que maneje la organización con el fin de asegurar que las acciones implementadas están cumpliendo los objetivos de reducción de vulnerabilidad establecidos inicialmente. Estos permitirán evaluar el impacto de las medidas en la vulnerabilidad, sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Adaptación: Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC, 2014).

Cambio climático: Variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2014).

Estrategia colombiana de Desarrollo de Bajo Carbono: Es un programa del gobierno nacional que busca desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional. Esto se hará a través del diseño y la implementación de medidas sectoriales de mitigación que maximicen la carbono-eficiencia de las actividades económica del país y que, a su vez, contribuyan al desarrollo social y económico nacional.

Exposición: La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente (IPCC, 2014).

Factor de emisión: Es un valor representativo que busca relacionar la cantidad de GEI liberado a la atmósfera, con la actividad asociada a la generación de este gas. Estos factores se expresan generalmente como el peso del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad emisora (ejemplo: Cantidad estimada de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada por una planta de generación; kg de gas emitido por cada litro de diesel consumido) (TPA, 2011).

Gases Efecto Invernadero (GEI): Gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero. En el protocolo de Kioto se identifican seis gases: Óxido nitroso (N₂O), Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Perfluorocarbonos (PFC), Hidrofluorocarbonos (HFC), Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Huella de Carbono: es la forma de medir el impacto o marca que las diferentes actividades diarias dejan en el planeta. Es un recuento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), que son liberadas a la atmósfera debido a las acciones cotidianas o a la comercialización de un producto (Espíndola y Valderrama, 2012).

Impactos: Efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructuras debido a la interacción de los cambios climáticos o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso de tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas geofísicos,

incluidas las inundaciones, las sequías y la elevación del nivel del mar, son un subconjunto de los impactos denominados impactos físicos (IPCC, 2014).

IPCC: Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático. Es un organismo científico bajo los auspicios de las Naciones Unidas (ONU) que revisa y evalúa la información científica y técnica más relevante y reciente producida en todo el mundo, para la comprensión del cambio climático. Es de resaltar, que el IPCC no realiza ninguna investigación, ni controla datos o parámetros relacionados con el clima. Miles de científicos de todo el mundo contribuyen a la labor del IPCC sobre una base voluntaria.

Mitigación de GEI: es una intervención humana que busca disminuir las fuentes (y/o las emisiones de las mismas) o mejorar los sumideros de Gases Efecto Invernadero (GEI). Para efectos de la Política Nacional de Cambio Climático en Colombia, la mitigación incluye los esfuerzos asociados a las actividades de Reducción de las Emisiones de GEI por Degradación y Deforestación de los Bosques REDD+ (IPCC, 2015).

REDD+: Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero provenientes de la Deforestación y Degradación de Bosques. El signo + corresponde a los beneficios ambientales y sociales que se generan por la conservación y manejo sostenible de los bosques.

Resiliencia: Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2014).

Riesgo climático: Potencial de consecuencias en que algo de valor está en peligro con un desenlace incierto, reconociendo la diversidad de valores. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por los impactos en caso de que ocurran tales sucesos o tendencias. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro (IPCC, 2014).

Variabilidad climática: se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (MADS, 2015).

Vulnerabilidad: Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la capacidad de respuesta o adaptación (IPCC, 2014).

Protocolo de Kioto: Es un tratado internacional que compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Fue estructurado en función de los principios de la Convención. Establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar combustibles fósiles durante más de 150 años. El Protocolo ha movido a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, a las empresas a tener el medio ambiente en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre sus inversiones, y además ha propiciado la creación del mercado del carbono.

Planes de Acción Sectorial (PAS) de mitigación del cambio climático: son un conjunto de acciones (también llamadas NAMAs), programas y políticas que permitan reducir las emisiones GEI frente a una línea base de emisiones proyectadas en el corto, mediano y largo plazo. Son una oportunidad para que las acciones de mitigación identificadas contribuyan a lograr los objetivos de desarrollo del sector generando además co-beneficios económicos, sociales y ambientales (MADS, 2015).

BIBLIOGRAFÍA

- ASOPORTUARIA. 2013. Logística y Conectividad Portuaria, Puertos Unidos del Atlántico – ASOPORTUARIA -, Barranquilla.
- BID - Cepal 2014, Valoración de daños y pérdidas: Ola invernal en Colombia, 2010-2011, Misión BID – Cepal, visto en enero de 2014, http://www.cepal.org/colombia/noticias/documentosdetrabajo/7/49587/Libro_Ola_invernal_en_Colombia_BID_CEPAL.pdf
- Cámara de Colombiana de la Infraestructura. 2012. Evaluación de las Concesiones Sobre la Infraestructura Portuaria Pública en Colombia. Bogotá.
- CEPAL 2006. Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América latina – División de Recursos Naturales e Infraestructura. Agosto 2006.
- Contraloría General de la República 2010, Desarrollo de las concesiones portuarias en Colombia: sociedades portuarias regionales, Sector Infraestructura Física y Telecomunicaciones, Comercio Exterior y Desarrollo Regional, visto el 20 de junio de 2016 <http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/15848373/Estudio+de+Puertos.pdf/09342309-a7ee-41f7-a907-b85420a0c097>
- Costa, C. 2007. La adaptación al cambio climático en Colombia. Revista de ingeniería. #26. Bogotá, Colombia. 75-80 p.
- Cormagdalena. 2014. Volumen de Sedimentación canales de acceso en Colombia, Agosto de 2014
- Corporación OSSO 2015., Sistema de inventario de efectos de desastres DESINVENTAR, <http://online.desinventar.org/>
- DNP. 2012. ABC: Adaptación Bases Conceptuales. Marco Conceptual y Lineamientos. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- DNP. 2012. Revisar la Potencialidad Portuaria de las Costas Colombianas articulada con los Corredores Logísticos de Transporte, conforme a la Demanda de Comercio Exterior y la Capacidad Portuaria de las Instalaciones Portuarias Informes 1, 2 y 3. Departamento Nacional de Planeación – Invarsson y Asociados Ltda Moffatt & Nichol Colombia. Bogotá 2012.
- Espíndola, C. y J. Valderrama. 2012. Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. Información Tecnológica Vol. 23(1): 163-176.
- Fedesarrollo y AFD 2013. Ciudades y Cambio Climático en Colombia. Octubre de 2013. Fedesarrollo – Fundación Ciudad Humana – Instituto para la Investigación Humana – Instituto para la Investigación y Debate sobre Gobernanza (IRG).
- Fedesarrollo. 2013. Infraestructura de transporte en Colombia. Cuadernos Fedesarrollo No. 46. Colombia, Bogotá. 161 p.
- García Arbeláez, C.; Barrera, X.; Gómez, R. y R. Suárez Castaño. 2015. El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21. 2 ed. WWF-Colombia. 31 pp.
- Guarín, W.G.2011. Impacto de la variabilidad climática en la producción de banano en el Urabá antioqueño. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín. 1-145p.
- IDEAM s.f., ¿Glaciares en Colombia?, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, visto el 6 de septiembre de 2016, <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares-colombia>
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional - Regional: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
-

INVEMAR. 2003. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su adaptación., ed. M.P. Vides, pp. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD Atlas digital. INVEMAR, Santa Marta, Colombia.

Invemar, Grupo Laera, GCAP y CDKN (Eds.). 2014. Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia. Guía para la formulación de planes de adaptación. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 65. Santa Marta. 40 p.

IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).

ITBA 2014, 1° Encuesta de Situación de la Logística Sustentable en la Argentina, Observatorio de Logística y Sustentabilidad, Buenos Aires.

MADS. 2013. Hoja de ruta para la elaboración de los planes de adaptación dentro del plan nacional de adaptación al cambio climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Cambio Climático. 103 p.

MADS. 2015. Propuesta de la Política Nacional de Cambio Climático. Primera versión ajustada. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Cambio Climático. 100 p.

MADS. 2014. Hoja de ruta para incluir la variable de cambio climático en los proyectos y actividades existentes. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Cambio Climático. 32 p.

MADS. 2015. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional iNDC. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Cambio Climático. 16 p.

MADT. 2004. Guía Ambiental para Terminales Portuarios. Bogotá.437 p.

MADT. 2004. Guía Ambiental para Terminales Portuarios. Bogotá.437 p.

Mintransporte 2008, Actualización del estudio de ordenamiento físico portuario y ambiental de los litorales colombianos, Bogotá.

Mintransporte 2014, Transporte en cifras: estadísticas 2013, Ministerio de Transporte, Bogotá.

Mintransporte 2014a, Diagnóstico del Transporte 2014, Ministerio de Transporte. Bogotá.

Mintransporte. 2014, Plan VIAS-CC: Vías compatibles con el clima, Ministerio de Transporte y Ecología. Economía y Ética, Bogotá, Noviembre de 2014

Natura 2007, Programa Carbono Neutro, visto el 18 de julio de 2016, <http://www.naturacosmeticos.com.ar/natura/sustentabilidad/Iniciativas/Carbono-Neutro>

OCDE-CEPAL-CAF 2013, Perspectivas económicas de América Latina 2014: logística y competitividad para el desarrollo, visto el 1 de julio de 2016, <http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/13279.pdf>

OMI (2014a).Informe del Comité de Protección del Medio Marino sobre su 66º período de sesiones. MEPC 66/21.Londres

PNUD 2014, V Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, visto el 6 de julio de 2016, <http://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-informe biodiversidad-2014.pdf>

Solaun, K, Gómez, I, Urban, J, Liaño, F & Genovés, A 2014, Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial, Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado, Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Superintendencia de Puertos y Transporte 2015, Informe Consolidado Movimiento de Carga en los puertos marítimos de Colombia 2014, página web www.supertransporte.gov.co, Febrero de 2015.

Ugarriza R. 2014. Análisis capacidad portuaria actual y prospectiva a 2040 en diferentes escenarios. Revista Gestión. Bogotá. Pág 6 -27.

Villa R 2010, Informe de Análisis de la Infraestructura portuaria marítima y fluvial en el país en el año 2010, Ministerio de Transporte, Bogotá, Julio de 2010.

World Resources Institute (WRI) y The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2006. Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Retrieved November 13, 2015, from http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdfWPCI.

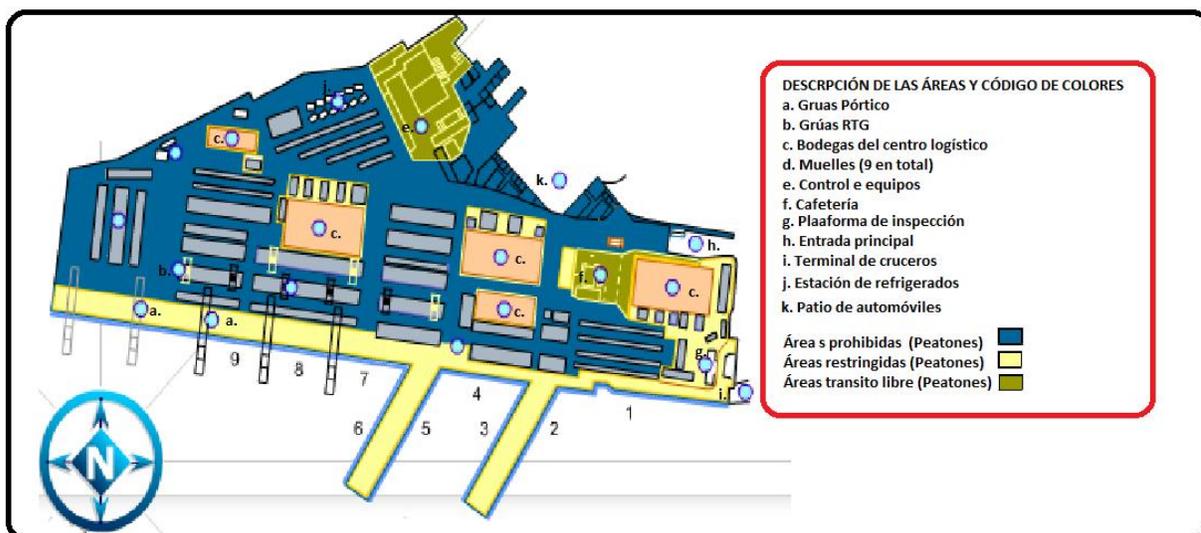
ANEXO 1. ESTUDIO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE CARTAGENA

1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES, EQUIPOS Y PROCESOS

La Terminal Marítima de Cartagena es una concesión portuaria dada a la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena S.A. Ubicado en la Bahía de Cartagena (Manga), cuenta con red de alcantarillado, acueducto, red eléctrica, alumbrado y dos canales de acceso. El terminal se comunica por medio de la carretera troncal del Caribe, con los puertos de Barranquilla y Santa Marta. La Bahía de Cartagena está comunicada con el Río Magdalena a través del canal del Dique. La temperatura promedio en el área es de 27°C, presentando un clima seco. La precipitación media anual alcanza 921 mm/año.

La SRPC cuenta con dos muelles para el atraque: el muelle marginal y el muelle en espigón. Cuenta con patios para almacenar más de 14.000 TEUS (contenedores de 20') y una moderna estación de refrigerados con 220 espacios disponibles, con monitoreo permanente de temperatura y consumo. El canal de acceso se inicia en las afueras de Bocachica y continúa 6 km por la Bahía de Cartagena. El canal alcanza 14 m de profundidad, a excepción de un sector próximo a Bocachica donde la profundidad aún es de 12,7 m.

Figura 8. Mapa de distribución de la terminal Portuaria SPRC



Fuente: Modificado de SPRC 2015

La terminal portuaria se especializa en el apilamiento de contenedores en patios y cuenta con servicios de básculas, vaciados de contenedores, fumigación, reciclaje, administración de inventarios, facilidades locativas, seguridad integral y operador logístico. El tipo de naves que llegan a sus instalaciones son: portacontenedores, carga general, pasajeros, granelero, Ro-Ro, entre otros. Su infraestructura le permite atender barcos de 5.000 TEUs y capacidad para movilizar 1.200.000 TEUs con un inventario de equipos y maquinarias como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Relación de quipos disponibles en muelles y patios de la SPRC

#	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo Año	Identificación	Capacidad	Tipo y Características	Rendimiento (Mov/Hora)	Tipo de Combustible
1	Grúa pórtico (Post-Panamax)	2	IMPSA	1996	G3	40,5 ton con Spreader 50,8 ton con gancho	Estructura móvil sobre rieles para carga de Container de barco a muelle	28 MOV/HR	DIESEL
			Noell	1999	G4	40,5 ton con Spreader 50,8 ton con gancho		28 MOV/HR	
2	Grúa pórtico (Súper Post-Panamax)	6	Noell	2004	G5-G6	65 ton con Spreader 70 ton gancho		35 MOV/HR	
			Kalmar	2012	G7-G8	65 ton con Spreader 75 ton gancho			
			ZPMC	2014	G9-G10	65 ton con Spreader 75 ton gancho			
3	Grúa móvil	2	Gottwald	1997	G2	41 ton con Spreader 100 ton gancho	Estructura móvil sobre llantas para carga de Container y carga general de barco a muelle	18 MOV/HR	DIESEL
				2004	G11	40 tons con spreader 50 ton con Spreader twinlift 100 ton con gancho			
4	RTG (Transtainer)	4	Sisu	1997	T1, T2, T3, T4	40 ton	Estructura para almacenamiento de contenedores en bloque	9 MOV/HRS	DIESEL
		4	Kalmar	2006	T9, T11, T12, T14	40 ton			
		5		2008	T17, T18, T19, T20, T21	40 ton			
		7		2011	T24, T26, T27, T28, T29, T30, T31	40 ton			
5	Reach Staker	2	Kalmar	2005	E91-E92	45 ton	Cargador apilador de contenedores llenos y vacíos	11 MOV/HR	
		3		2012	E93-E94-E95				
6	Top Lift	2	Kalmar	2008	E10	10 ton	Cargador apilador de contenedores vacíos	11 MOV/HR	
		1	Fantuzzi	2005	E09				

#	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo Año	Identificación	Capacidad	Tipo y Características	Rendimiento (Mov/Hora)	Tipo de Combustible
7	Camión	19	Magnum TT120	2001	R06 AL R24	50 ton	Equipo transportador de carga terrestre		
		13	Kalmar PT122	2005	R25 AL R37	60 ton			
		46	Kalmar Ottawa 4X2	2008	R38 AL R83	60 ton			
8	Plataforma portacontenedores	8	Gaussin	1999	(P01 AL P07)-P019	35 ton	Plancha para traslado terrestre de contenedor		
		19	Romarco	2001	P021 AL P039	50 ton			
		13	Romarco	2005	P40 AL P52	60 ton			
		30	Romarco	2012	P69 AL P98	60 ton			
		16	Inca Fruehauf	2008	P053 AL P068	60 ton			
9	Montacarga mecánico	1	Hyster	2000	M16	3 ton	Equipo elevador de carga		
		1		2012	M31	3 ton			
		1		2011	M30	3 ton			
		1		2008	M29	7 ton			
10	Montacarga eléctrico	2	Hyster	1995	M04 AL M05	2,3 ton	Equipo elevador de carga		
		2		1996	M06 AL M07	2,3 ton			
		2	Clark	1997	M08-M09	2,5 ton			
		1	Hyster	2005	M23	3 ton			
		4	Hyster	2008	M27	3 ton			
11	Plataforma aérea	1	JLG	2004	PAT02	0,34 ton	Equipo elevador móvil de personas		
		2	Genie	2008	PAT03 - PAT04	0,34 ton			
		1	JLG	2013	PAT08	0,34 ton			
		1	JLG	2012	PAT07	0,34 ton			

La terminal portuaria se conecta con 614 puertos en 140 países y atiende 25 líneas navieras. A través del puerto se moviliza más del 60% del comercio bilateral con los Estados Unidos. El Puerto tiene el objetivo de convertirse en el centro de conexiones más importante del continente para carga refrigerada, contenedores y Ro-Ro.

2. PRINCIPALES FENÓMENOS CLIMÁTICOS Y RIESGOS ACTUALES

Las amenazas más frecuentes que afectan el puerto de Cartagena son los vendavales, inundaciones, erosión y mar de leva. Según el reporte de Invemar y MADS para el Departamento de Bolívar se tienen 134 reportes, siendo los principales eventos aumento del nivel del mar, deslizamiento y/o avalancha, erosión, actividad volcánica, huracán, inundación, mar de leva, salinización, sequía, sismo, tormenta tropical, tornado, vendaval (Ficha 4).

Entre los eventos históricos se destacan las afectaciones derivadas del fenómeno de la Niña 2010-2011, que inundó las instalaciones del puerto en Mamonal y Manga, generando afectaciones por un valor cercano a \$45 mil millones de pesos.

Tabla 19. Estimación del daño ocasionado en la zona portuaria de Cartagena (millones de pesos)

Ítem	Terminales Afectadas	Valor
Equipos y Sistema Eléctrico	Sociedad Portuaria de Mamonal y Naviera Central	663
Reparación y Emergencias	Sociedad Portuaria de Mamonal, Sociedad Portuaria Regional de Cartagena y Contecar	2.210
Total daños		2.873

Fuente: BID-Cepal (2014)

Adicionalmente, las necesidades de dragado en temporadas del fenómeno de El Niño, se han triplicado en los últimos años por la sedimentación proveniente del canal del Dique.

Sub-etapa 1. Cálculo de las emisiones de gases efecto invernadero para la SPRC

El inventario de gases efecto invernadero se realizó con la metodología de huella de carbono (Carbon Footprint). Esta herramienta es una hoja de cálculo diseñada específicamente para la SPRC teniendo en cuenta las metodologías para el cálculo de huella de carbono, que fue utilizada para la entidad en 2014. Esta expresa el valor de las emisiones en toneladas de dióxido de carbono equivalente (ton CO₂). Debido a que la metodología no permite calcular las emisiones por residuos, ni por consumo de agua, se utilizó además la calculadora de emisioens de GEI de la Oficina de Cambio Climático de Cataluña. Para estimar las emisiones de los buques y camiones se usaron las ecuaciones 1, 2, 3 y 4.

A continuación, se clasifican las emisiones por alcances, las fuentes que incluyen, los responsables del suministro de la información en la terminal y el tipo de información que se solicitó.

Tabla 20. Descripción de las fuentes e información base para el cálculo de la línea base de GEI SPRC

Clasificación	Marco de la medida	Fuentes por alcance	Responsable de la información	Tipo de información requerida
Alcance 1	Uso combustibles fósiles	Camiones internos, RTGs, grúas móviles, montacargas, Reach Stacker y Top Lifts	Mantenimiento y personal departamento ambiental	Consumo combustible por tipo de equipo o maquinaria en galones o toneladas o litros
Alcance 2	Generación de energía eléctrica en la fuente	Patio de refrigerados, edificios y oficinas, grúas pórtico, iluminación perimetral, bodegas, y otros*	Mantenimiento y personal departamento ambiental	Consumo de energía por cada una de las instalaciones y maquinarias o equipos en kWh
Alcance 3	Fuentes externas	Combustibles suministrados a motonaves, Buques portacontenedores y buques de carga general, camiones que ingresan y residuos ⁺	Operación y control de embarcaciones (departamento logístico), personal departamento ambiental y entidades reguladoras (DIMAR, Secretaria de Salud)	Registro de ingresos según el tipo de nave, horas netas en la terminal por tipo de nave, estadísticas de residuos por tipo, consumos de agua, combustible suministrado a naves, número de camiones ingresados, número de horas en las instalaciones, velocidad promedio,

*Otros incluye: Sotie Container, planta de agua, puertas de entrada, almacén, instalaciones a terceros, oasis, plataforma de aforo, electricidad, hangares de mantenimiento y terminal de embarque (aplica solo para la calculadora Oficina Cambio Climático Catalán); + incluye los residuos que se disponen en los rellenos sanitarios y las emisiones por los residuos reciclables (aplica solo para la calculadora Oficina Cambio Climático Catalán)

El inventario de gases efecto invernadero no incluye en el Alcance 3 las emisiones producto de los viajes realizados por el personal administrativo. El transporte interno se contabilizan en el Alcance 1. El Alcance 3 incluye las emisiones de los buques y camiones que ingresan con mercancías al puerto.

- Emisiones de buques: Se asume que el combustible es Marine Diesel Oil, el tamaño de los buques portacontenedores es 700 TEU y el tonelaje bruto es igual a 21.000 ton/contenedor.

Ecuación 1. Buques portacontenedores $FC (kg/h) = 0,041TB^{0.83}$

Ecuación 2. Buques de carga general $FC (kg/h) = 0,0056TB + 18,16$

Ecuación 3. Emisiones Totales $(kg CO_2) = FC \times TN \times FECb$

Dónde:

TB: Tonelaje bruto del buque.

FC: Consumo de combustible.

TN: Tiempo neto del buque en muelle.

FECb: Factor de emisión combustible de buques.

- Emisiones de camiones: Dado que sólo se dispone del registro de la hora de ingreso y salida del camión, con el tiempo de permanencia en la terminal se calcula la velocidad promedio y consumo de combustible por kilómetro recorrido, y se obtienen los galones consumidos por cada camión. Las emisiones se obtienen del producto de los galones consumidos y su respectivo factor de emisión.

$$\text{Emisiones Totales (kg CO}_2\text{)} = (\text{TT} * 1/60\text{min}) \times \text{VP} \times \text{CC} \times \text{FECc (Ecuación 4.)}$$

Dónde:

TT: Tiempo en terminal (min).

VP: Velocidad promedio (km/h).

CC: Consumo de combustible (Gal/km).

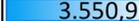
FECc: Factor de emisión combustible camiones.

ET: Emisiones totales Emitido.

- Emisiones de residuos: Se estimaron tomando como referencia su destino final. Dado que la información suministrada no clasificaba los residuos reciclables, se asumió que estos se distribuyen en un 30% plásticos, 30% cartón y 10% vidrio. El porcentaje restante corresponde a otros residuos que no son considerados en las calculadoras razón por lo cual no fue posible calcular las emisiones. Dentro de la terminal se tiene implementado un sistema de tratamiento de RESPEL mediante un horno incinerador que fue considerado en el Alcance 1 por trabajar con Diésel como combustible.

Consumo combustible fósil maquinarias y equipos: Alcance 1

Figura 9. Porcentaje de consumo de combustible (izquierda) y emisiones en ton CO₂ (derecha) en maquinarias y equipos

Gottwald 2		244,8	Gottwald 2		2%
Grúa Gottwald		516,6	Grúa Gottwald		4%
RTG Sisiu		134,8	RTG Sisiu		0%
RTG Kalmar		3.550,9	RTG Kalmar		45%
Reach Stac.		605,1	Reach Stac.		8%
Top Lift		28,3	Top Lift		0%
Montacargas		36,1	Montacargas		1%
Camiones		3.488,4	Camiones		40%

La figura evidencia que las grúa R.T.G. Kalmar y los camiones son quienes consumen mayor cantidad de combustible. Se sugiere como medida de mitigación la implementación de motores

híbridos para algunos vehículos y para las grúas se recomienda la reconversión a sistemas eléctricos o híbridos. Como última opción por costo se recomendaría con las que tengan menos de un 50% de vida útil hacer la reconversión a otro tipo de combustible.

Consumo de energía eléctrica: Alcance 2

Figura 10. Porcentaje de consumos de energía (izquierda) y emisiones (derecha) por áreas agrupadas

Patio de refrigerados	63%	Patio de refrigerados	4.773,9
Grúa pórtico Impsa G3	13%	Grúa pórtico Impsa G3	928,7
Bodegas y cobertizos	2%	Bodegas y cobertizos	165,0
Edificios	7%	Edificios	496,6
Iluminación perimetral	1%	Iluminación perimetral	96,2
Otros	14%	Otros	1.016,1

De la figura 10 se puede observar que el área de mayor importancia para realización de control de ahorro es la de patios de refrigerados y es también una fuente importante de HCF. Las emisiones fugitivas por el uso de estos compuestos no fueron contabilizadas en el alcance 3 por no disponerse de la información. La segunda fuente de emisión son las grúas móviles pórticos, que pueden reducir 188 ton CO₂ al año por cada una que se adquiriera (emisiones evitadas de portacontenedores). El tercer aporte de emisiones proviene de áreas identificadas como: Sotie Container, planta de agua, puertas de entrada, almacén, instalaciones a terceros, oasis, plataforma, aforo, electricidad, hangares de mantenimiento y terminal de embarque, para las que se recomienda el reemplazo de luces tradicionales por luces led, así como adecuación de techos con tejas transparentes y entradas de luz, para mejor aprovechamiento de la iluminación natural.

Consumo de combustible fósil en motonaves: Alcance 3

Figura 11. Suministro de combustible a motonaves en 2013 y 2014

	2014	2013
Enero	16.781	
Febrero	22.227	
Marzo	30.345	
Abril	21.424	
Mayo	19.391	
Junio		27.922
Julio		21.047
Agosto		33.243
Septiembre		26.835
Octubre		36.454
Noviembre		26.481
Diciembre		28.991

Se observa que marzo registró el mayor valor. Dado que SPRC al igual que otros puertos presta este servicio, se podría sugerir el suministro de combustible de mejor calidad en los meses pico y el *cold ironing* para reducción de consumo de combustible en la jurisdicción del puerto.

Generación de residuos sólidos (reciclables y ordinarios): Alcance 3

Figura 12. Distribución porcentual de los residuos generados por tipo de origen

	2014	2013
Terminal	43%	42%
buques	39%	37%
Reciclaje	18%	21%

El área de mayor generación de residuos corresponde a la operación en terminal , seguida de los buques. De las cifras reportadas se encontró que entre 2013 y 2014 se recicló en promedio 19.5%. A pesar que existe un aprovechamiento de los residuos, se deben buscar mecanismos que apunten a disminuir la cantidad que se disponen en los rellenos sanitarios. Se sugiere una medida de mitigación de compostaje, pues los residuos orgánicos representan cerca del 50% del total enviado al relleno sanitario. Los subproductos se destinarían a la preservación de los jardines y áreas verdes lo que ahorraría costos de fertilización y disminuiría los GEI por disposición.

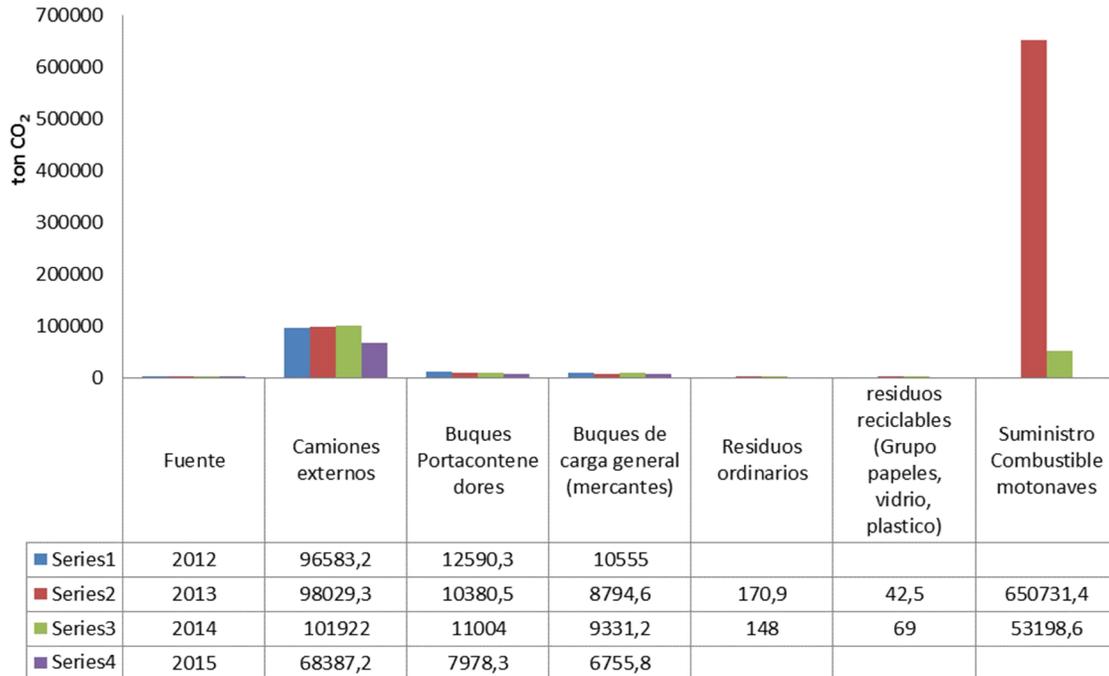
Embarcaciones y camiones: Alcance 3

Figura 13. Distribución del movimiento de naves (en porcentaje) e ingreso de camiones (en cantidad) SPRC 2015

	2012	2013	2014	2015
Mercantes	49%	48%	47%	49%
Portacontenedores	50%	49%	49%	50%
Cargueros	0%	0%	0%	0%
Mixto	0%	0%	0%	0%
Roll on roll off	0%	0%	0%	0%
Tanqueros	0%	0%	0%	0%
Otros	0%	0%	0%	0%
Cabotaje	0%	0%	0%	0%
Turismo	1%	3%	4%	1%
Fragata	0%	0%	0%	0%
Pesquero	0%	0%	0%	0%
Camiones	201.975	202.663	211.919	125.186

De la figura 13 se evidencia que los buques con mayor número de arribos son los portacontenedores. La capacidad promedio de cada buque que arriba a SPRC es de 3.200 contenedores (TEUs), pero normalmente la cantidad de TEUs que se descargan y que igualmente se carga es de 700 unidades promedio. Con respecto a los camiones de terceros que ingresan a la terminal, se evidencia que la cantidad de camiones recibidos se redujo en 21.2% comparando los periodos 2015 - 2014. Este comportamiento responde a la decisión que tomo la terminal de pasar el despacho de vehículos provenientes de Sofasa para Contecar. Esto además de mejorar la operatividad del terminal reduce las emisiones de gases efecto invernadero.

Figura 14. Emisiones de alcance 3 por fuente de emisión



El análisis de las fuentes móviles del alcance 3 que se muestra en la figura 14 muestra que los camiones externos que ingresan a la terminal a dejar los contenedores son quienes mayor aporte hacen a las emisiones, para los que se sugiere aplicar regulaciones internas de eliminación del ralentí. Con respecto a los buques, las emisiones no son tan representativas en el inventario ya que estos no son cargados en promedio al 100% en las instalaciones de la SPRC. Los resultados arrojados de la calculadora de la Oficina de Cambio climático evidencian que quien hace un aporte significativo es el suministro del combustible a las diferentes naves, más estas emisiones se reparten en el mar continental y parte en las áreas de mares en Colombia mientras salen del puerto.

Inventario total de gases efecto invernadero de la SPRC

A partir de la aplicación de las herramientas de cálculo se puede observar que el alcance que registró mayor valor fue el 3, seguido del alcance 1 y finalmente del alcance 2. Esto demuestra que la fuente de provisión de combustible sí tiene un efecto directo en la emisión de gases de efecto invernadero y por tanto constituye un foco importante en las medidas de mitigación.

Tabla 21. Resultados emisiones GEI por alcance SPRC

Alcance	----- Emisiones ton CO2e-----		
	2013	2014	2015
Alcance 1	9031.8	11386.3	5106.2
Alcance 2	n.a*	5275.7	n.a*
Alcance 3	117204.4	122257.6	83121.3
Total año	126236.2	138919.6	88227.5
n.a.*: No aplica por falta de información			

Comparando la SPRC con las emisiones que reportan otros puertos del mundo (tabla 22), se evidencia que el alcance 1 de la SPRC se encuentra muy por encima de los demás terminales portuarios, lo que puede explicarse por el tipo de maquinaria y equipos que se utilizan. Las emisiones en el alcance 2 están por debajo, debido fundamentalmente al tamaño del puerto. Finalmente, el alcance 3 de la SPRC está muy por encima, lo que se explica básicamente porque la calidad de vías y la participación del modo férreo en otros países.

Tabla 22. Comparativo de emisiones por alcance

Alcance	SPRC 2014	Valparaiso 2013	Port of Oslo 2007	Port Rotterdam 2007	Port of Angeles 2013
----- Kg CO ₂ -----					
Alcance 1	12.14	9.51	7.87	0.81	0.48
Alcance 2	0.17	7.43	1.35	0.66	0.87
Alcance 3	8.43	32.27	17.29	1.83	112.8

Sub-etapa 2. Vulnerabilidad frente al cambio climático

Por contarse con información más detallada de la terminal de la SPCR se realizó un análisis geográfico de la vulnerabilidad frente al cambio climático. Sin embargo, el análisis con base en la metodología IRCE tiene igual validez y es de mayor facilidad de implementación para las terminales portuarias.

En la tabla 23 se presentan las principales amenazas de cambio climático para de Cartagena. Se evidencia un cambio en el valor de la temperatura de 1.2 °C lo cual incrementa el porcentaje de humedad de la zona y permite acumular mayor contenido de agua en las épocas lluviosas.

Tabla 23. Amenazas del cambio climático para Cartagena

Fenómenos climáticos amenazantes	Actual (2010)	Futuro (2040)
Temperatura terrestre	27.9°C	29.1°C
Temperatura superficial del mar	27.9°C	29.1°C
Aumento en el nivel medio del mar	14 cm	15 -20 cm
Posibilidad e ocurrencia de meses con lluvias extremas (superior a 350 mm al mes) en una década	3%	30%

De acuerdo con estas tendencias a 2040, 28% del sector industrial y portuario y 35% de la infraestructura vial se encuentran bajo amenaza de inundación, tanto por lluvias como por ascenso del nivel del mar. Así mismo, 100% de la línea de costa se encuentra en moderado riesgo de erosión costera. Es de resaltar que según una encuesta de opinión realizada al sector portuario e industrial 70% de los encuestados cree que se verán afectados por las amenazas asociadas a la variabilidad y cambio climático (ANDI, 2010).

De acuerdo a la ficha 4, se puede concluir que el 99% del área presenta vulnerabilidad media a alta, pues la erosión afecta 18,9% de la línea de costa y las inundaciones afectan 25% de las terminales. Adicionalmente, el aumento del nivel del mar a 2040 afectaría 68% de las terminales,

44,6% del área de uso portuario, 20,5% del área de expansión, 50% de las vías de acceso, así como 30% del volumen de carga afectado y US\$9.650 millones de inversión expuesta frente a estas amenazas .

ETAPA 2. FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE GEI

Definición de líneas de acción estratégicas y programas

Las estrategias de adaptación y mitigación de GEI para la Sociedad Portuaria de Cartagena, se constituyen en un marco de planificación y acción para responder a los desafíos que acarrea el cambio climático. En la medida que entiendan los efectos del cambio climático y se preparen para afrontarlo podrán ser más competitivos, más aún si se consideran los retos que plantean la globalización y el transporte marítimo a nivel mundial. En este sentido se plantean siete estrategias relacionadas con:

1. Gestión del cambio climático basada en ecosistemas.
2. Gestión del cambio climático basada en infraestructura.
3. Gestión del cambio climático basada en tecnología e innovación.
4. Gestión del cambio climático basada en comunidades.
5. Planificación y fortalecimiento.
6. Generación de información.
7. Educación y comunicación.

Estas estrategias se enmarcan en los programas de la estrategia de puertos e industria compatible con el clima propuestos en el Plan 4C “Cartagena Competitiva y Compatible con el Clima”.

Figura 15. Estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático de la SPRC y articulación al Plan 4C



Para cada una de las estrategias se determinaron unos programas y acciones específicas, mediante un proceso argumental en el que se busca reducir los impactos de las amenazas actuales, promover un desarrollo bajo en carbono y puertos más resilientes a los efectos del cambio climático. Asimismo, se plantea para la ejecución de las acciones un horizonte temporal de corto (2016-2019), mediano (2020-2030) y largo plazo (2031-2040).

Las acciones propuestas deberán estar enmarcadas y articuladas con los diferentes planes, programas y proyectos vigentes a nivel nacional, regional y local. En este sentido, para la identificación y formulación de las diferentes acciones o medidas en cada estrategia se tuvo en cuenta lo siguiente:

- ✓ Acciones y/o propuestas resultantes de proyectos en ejecución o preliminarmente identificados que apunten a los temas de adaptación al cambio climático y mitigación de GEI;
- ✓ Acciones y/o propuestas que mejoren el nivel actual de vulnerabilidad y emisiones de GEI en el puerto;
- ✓ Acciones y/o propuestas consolidadas a partir de las necesidades y peticiones de los actores portuarios, en desarrollo de las fases de consulta (talleres).
- ✓ Acciones que generen co-beneficios a nivel social y ambiental.

A continuación se desglosan cada una de las líneas estratégicas, discriminando por programas, acciones, costos, actores involucrados, tiempo de ejecución, tipo de medida y estado de gestión de las acciones.

Estrategia de gestión del cambio climático basada en Ecosistemas

Esta estrategia busca potenciar los beneficios que ofrecen los ecosistemas en términos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático.

Tabla 24. Acciones para la gestión del cambio climático basada en ecosistemas (cifras en millones de pesos)

Nº	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
Programa. Aportes a la integridad ecológica.						
1.	Implementación de techos verdes en edificaciones	\$50	SPRC	Corto plazo	Mitigación y adaptación	Ejecución
2.	Recuperación de los ecosistemas costeros que se encuentran en los alrededores del terminal de la SPRC	\$200	SPRC, Alcaldía de Cartagena, EPA Cartagena	Corto plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
3.	Cuantificación del potencial de carbono de la reserva natural presente en el terminal y bosques aledaños.	\$70	SPRC, EPA Cartagena	Corto plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
4.	Reforestación de las áreas perimetrales en el casco urbano y rural.	\$250	SPRC, Alcaldía de Cartagena, EPA Cartagena, CAR, MADT	Mediano plazo	Adaptación y mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos

Estrategia de gestión del cambio climático basadas en infraestructura

Esta estrategia busca promover edificaciones e infraestructura adaptadas, diseñadas con visión de largo plazo para reducir la erosión y las inundaciones por lluvias, mar de leva y ascenso del nivel del mar. Se busca que en el futuro sea posible contar con una infraestructura más resiliente a fin de prevenir los cierres de las empresas y las pérdidas económicas colectivas generadas por los efectos del cambio climático.

Tabla 25. Acciones para la gestión del cambio climático basada en infraestructura (cifras en millones de pesos)

N°	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
Programa. Edificaciones e infraestructura adaptada						
1.	Evaluación de las zonas potenciales de remodelación y adecuación para aprovechamiento de luz solar.	\$30	SPRC	Corto plazo	Mitigación	Ejecución
2.	Construcción y reubicación de los puntos de residuos.	\$40	SPRC	Mediano plazo	Adaptación	Ejecución
3.	Construcción de un sistema de almacenamiento y distribución de aguas lluvias para riego y uso de baños.	\$900	SPRC	Mediano plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
4.	Rehabilitación de espacios verdes en los alrededores de la terminal portuaria.	\$300	SPRC, alcaldía, gobernación	Corto plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
5.	Mantenimiento preventivo de vías y edificaciones.	\$100	SPRC	Corto, mediano y largo plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
6.	Ubicación de barreras artificiales en áreas de alto tráfico vehicular.	\$150	SPRC	Corto plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
7.	Mejoramiento de los sistemas de drenajes y obras de protección costera.	\$850	SPRC	Mediano plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
8.	Instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.	\$4.200	SPRC	Largo plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos

Estrategia de gestión del cambio climático basadas en tecnología e innovación

Este grupo de acciones vinculadas a esta estrategia buscan incorporar elementos tecnológicos que permitan optimizar los tiempos, la logística de la terminal portuaria y evaluar las diversas alternativas que permitan reducir las emisiones de GEI y a la vez suministrar insumos necesarios para la operación y funcionamiento .

Tabla 26. Acciones para la gestión del cambio climático basada en tecnología e innovación (cifras en millones de pesos)

N°	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
Programa. Eficiencia energética						
1.	Implementación de paneles solares en los techos de los edificios.	\$18.000	SPRC	Corto, Mediano y largo plazo	Mitigación y adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
2.	Implementación de generación de energía eólica	\$300	SPRC	Corto plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
3.	Establecimiento de generadores eólicos en la grúas pórtico.	\$200	SPRC	Corto plazo	Mitigación	Ejecución
4.	Promoción del Gas Natural como combustible en camiones internos y externos e implementación de reglas para transitar dentro del terminal (reducción de velocidades, apagado de motores en momentos de espera, etc.).	\$40	SPRC, MADT, Alcaldía, gobernación, CARs	Mediano plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
5.	Suministro eléctrico a barcos atracados en puerto.	\$1.500	SPRC, MADT, Alcaldía, gobernación, CARs	Mediano y largo plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
6.	Conversión y renovación de flotas a sistemas híbridos o eléctricos.	\$850	SPRC- MADT, Ministerio energía	Mediano plazo	Mitigación	Ejecución
7.	Sustitución/conversión de máquinas y equipos a gas natural, electricidad o sistemas híbridos.	\$1.000	SPRC, MADT, Ministerio de energía, UPME y Mintransporte	Largo plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
8.	Implementación de sistemas digitales de registro de la información para inventarios de carbono.	\$150	SPRC	Corto plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
9.	Implementación de sensores y sistemas ahorradores de agua en edificaciones.	\$250	SPRC	Corto plazo	Mitigación y adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
10.	Cambio de luminarias tradicionales por LED.	\$650	SPRC	Corto plazo	Mitigación	Ejecución
11.	Evaluación del potencial energético de residuos susceptibles de usarse en el horno incinerador.	\$70	SPRC	Corto plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
12.	Implementación de filtros para tratar los gases de los camiones y transporte terrestre si se usa combustible fósil.	\$150	SPRC, Contratistas, CAR, MADT, Universidades, Alcaldía, gobernación	Corto Plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos

Gestión del cambio climático basada en comunidades

La adaptación basada en comunidades es un proceso de empoderamiento que nace al interior de las colectividades más vulnerables con el fin de reconocer las causas y efectos que trae consigo el cambio climático; dicha adaptación para superar los obstáculos climáticos a futuro se logra mediante una planificación adecuada de reducción de los impactos y vulnerabilidad mediante el conocimiento y fortalecimiento de las capacidades locales. Con esta estrategia se busca crear procesos articulados y coherentes que ayuden a fortalecer las capacidades locales de las comunidades de la zona de influencia del puerto y el manejo de los riesgos climáticos.

Tabla 27. Acciones para la gestión del cambio climático basada en comunidades (cifras en millones de pesos)

N°	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
Programa. Fortalecimiento en los procesos de gestión						
1.	Instalar sistemas de alertas tempranas que permitan una mejor preparación para reducir los impactos del cambio climático	\$200	SPRC, Empresas del sector industrial, Comunidades aledañas, Alcaldía, Gobernación	Corto plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
2.	Mejorar el proceso de Gestión Integral del Riesgo bajo un enfoque que apoye el diseño y puesta en marcha de respuestas adaptativas a los efectos del cambio climático, facilite la toma de decisiones y el establecimiento de prioridades, particularmente en las comunidades y sectores aledaños más amenazados.	\$300	SPRC, Empresas del sector industrial, Comunidades aledañas, Alcaldía, Gobernación	Corto plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos

Estrategia de planificación y fortalecimiento

Dado que la planificación es una herramienta esencial en el desarrollo e implementación de estrategias, se proponen acciones encaminadas a la articulación con los entes territoriales y fortalecimiento de capacidades a nivel de empresa.

Tabla 28. Acciones para la estrategia de planificación y fortalecimiento (cifras en millones de pesos)

N°	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
1.	Formulación de lineamientos para incentivar la responsabilidad ambiental y gestión de los riesgos climáticos a nivel portuario.	\$50	SPRC, alcaldía, gobernación	Mediano plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
2.	Trabajo mancomunado entre universidades, institutos de investigación para abordar aprovechamiento energético residuos y biomasa.	\$250	SPRC- Universidades, centros de investigación	Mediano plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
3.	Desarrollo de un manual de	\$70	SPRC	Mediano	Mitigación y	Formular

N°	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
	buenas prácticas frente al cambio climático para el sector portuario a partir de la experiencia adquirida.			plazo	adaptación	proyecto y gestionar recursos

Estrategia de generación de información

Estas acciones van encaminadas a fortalecer la base de datos y el registro de la información, lo cual impacta directamente en los tiempos de atención y despacho de las naves, en la toma de medidas de planificación, prevención y control y en el aprovechamiento de las condiciones climáticas.

Tabla 29. Acciones para la estrategia de generación de información (cifras en millones de pesos)

N°	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
1.	Implementación de un sistema de registro digital y en tiempo real de las naves que ingresan y salen.	\$250	SPRC, DIMAR, Capitanía de Puertos, Superpuertos, MinTransporte, MADT	Mediano plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
2.	Establecimiento de estaciones de vigilancia y control de la calidad de aire.	\$400	Ideam, CAR, EPA, Superpuertos, MinTransporte	Mediano plazo	Mitigación	Formular proyecto y gestionar recursos
3.	Establecimiento de un sistema de eficiencia energética de las instalaciones del puerto.	\$300	SPRC, MinTransporte, UPME	Mediano plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos

Estrategia de educación y comunicación

La comunicación y la educación son uno de los pilares más importantes para trabajar la mitigación y adaptación al cambio climático desde cualquier punto de vista, pues permite vincular a todos los actores involucrados y entes de investigación en la búsqueda de alternativas novedosas (Tabla).

Tabla 30. Acciones para la estrategia de educación y comunicación (cifras en millones de pesos)

N°	Acción	Costo	Actores involucrados	Tiempo de ejecución	Tipo de medida	Estado de gestión
1.	Campañas de educación y sensibilización en el uso eficiente de los recursos naturales.	\$200	SPRC, Alcaldía de Cartagena, EPA Cartagena	Corto plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
2.	Cursos y diplomados sobre implementación de buenas prácticas ambientales en el sector portuario.	\$70	Institutos de investigación, Universidades	Corto plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos
3.	Divulgación de las acciones de adaptación y mitigación de GEI a los diferentes actores y población en general.	\$120	SPRC, Alcaldía de Cartagena, EPA Cartagena	Corto plazo	Adaptación	Formular proyecto y gestionar recursos

Plan de inversión

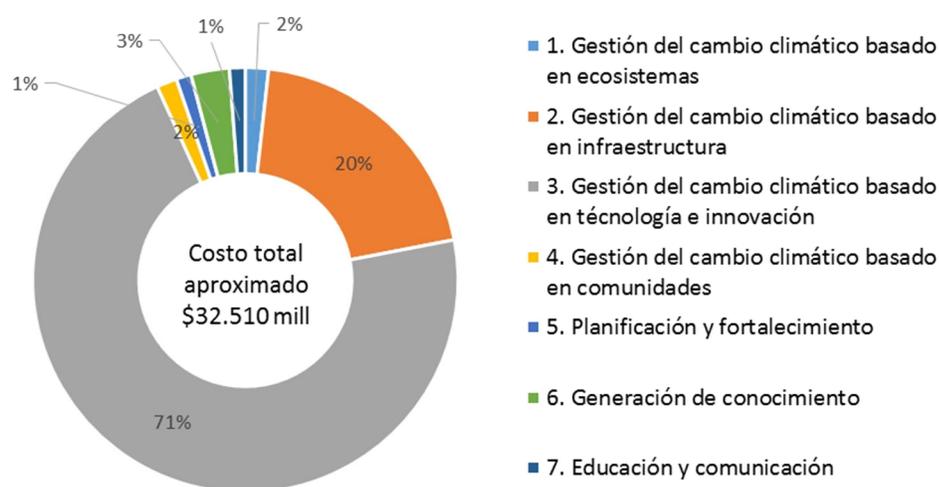
Para cada una de las acciones propuestas se estimaron unos costos, teniendo en cuenta la información disponible así:

- a) Costos de proyectos similares ejecutados en vigencias anteriores.
- b) Propuestas o cotizaciones de consultorías.
- c) Valoración de recursos realizada por la SPRC en el marco de las acciones que vienen promoviendo para hacerle frente al cambio climático.

El costo total de inversión de las acciones propuesta para la temporalidad al 2040 se estimó inicialmente en \$32.560 millones de pesos (Figura 16), en la medida que se desarrollen las acciones, podrán ajustarse los valores estimados inicialmente. La inversión aquí planteada no solo se constituye en el costo de hacerle frente a las amenazas climáticas, sino en la oportunidad para mejorar la eficiencia, reducir los costos de operación, aumentar la competitividad y generar co-beneficios para el puerto, los cuales pueden reflejarse en diferentes aspectos:

- ✓ Co-beneficios sociales, podrán evidenciarse en el fortalecimiento de capacidades locales y en el cambio de las formas de vida de las comunidades aledañas al puerto.
- ✓ Co-beneficios ambientales, repercutirán en el mejoramiento de la gestión ambiental y en la oferta de servicios ecosistémicos.
- ✓ Co-beneficios institucionales, permitirán mejorar el actuar del puerto y las relaciones con las entidades a través del establecimiento de reglas y mecanismos formales o informales.

Figura 16. Distribución de los costos de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático para la SPRC



Las estrategias de gestión basada en tecnología e innovación y la basada en infraestructura son las que representan el costo más alto. El 63% de la inversión, deberá ejecutarse principalmente en el corto y mediano plazo.

Por otra parte, la consecución de recursos financieros públicos y privados, es imprescindible para garantizar la implementación efectiva de las medidas propuestas. Los recursos privados corresponde a las inversiones que realiza directamente el Puerto; los públicos provienen de los gobiernos local, regional o nacional, a partir de recursos gestionados a través de créditos (internos o externos) o subvenciones; mientras que los privados provienen de los dineros que invierte la empresa privada en sus propios proyectos de adaptación y mitigación. Estos recursos pueden ser complementados con recursos de cooperación nacional e internacional.

ANEXO 2. DOCUMENTOS A CONSIDERAR PARA LA APLICACIÓN DE LA HOJA DE RUTA

Se sugiere al usuario considerar los siguientes documentos que le podrán brindar mayor detalle y contexto de las acciones de adaptación y mitigación:

Herramienta para la acción climática. <http://accionclimatica.minambiente.gov.co/>

ABC: Adaptación bases conceptuales. Marco conceptual y lineamientos. http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosGestion/cmnc/130214_pnacc_abc_a_dap_bases_conceptuales.pdf

Hoja de ruta para la elaboración de los planes de adaptación dentro del plan nacional de adaptación al cambio climático. http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosGestion/cmnc/130214_hoja_ruta_planes_adaptacion_v_0.pdf

Guía para incluir la variable de cambio climático en proyectos, obras o actividades nuevos. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1943-plantilla-cambio-climatico-47#documentos-de-interés>

Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático de Colombia para la CMNUCC. (http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosGestion/cmnc/130214_com_02_cm_nucc_resumen_ejecutivo.pdf o http://institucional.ideam.gov.co/jsp/comunicaciones-nacionales-ante-la-cmnucc_172)

Plan de adaptación Climático Red vial primaria. https://www.mintransporte.gov.co/Publicaciones/planes_y_proyectos/planes_metas_e_indicadores/plan_de_adaptacion_climatico_red_vial_primaria

Planes de adaptación territoriales y sectoriales formulados¹⁷. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/476-plantilla-cambio-climatico-32#documentos>

ABC de los compromisos de Colombia para la COP 21. http://cambioclimatico.minambiente.gov.co/images/ABC_de_los_Compromisos_de_Colombia_para_la_COP21_VF_definitiva.pdf

¹⁷ **Experiencias/acciones en implementación o que han finalizado su implementación:** Fortalecimiento de capacidades institucionales para la implementación de prácticas locales de gestión del riesgo como medida de adaptación al cambio climático en la zona Caribe e insular del Caribe colombiano, Plan maestro de cambio climático - Montería ciudad verde 2019, Plan regional integral de cambio climático para la región capital Bogotá – Cundinamarca –PRICC–, Plan 4C “Cartagena Competitiva y Compatible con el Clima”, Evaluación de necesidades tecnológicas para adaptación al cambio climático – Cartagena de Indias, Plan de adaptación al cambio climático de San Andrés y Providencia, Plan de adaptación de Córdoba, Plan territorial de adaptación al cambio climático (PTACC) de Nariño, entre otros.
