



Ministerio de
Obras
Públicas

Gobierno de Chile

PLAN DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

SECTOR INFRAESTRUCTURA



Ministerio de Obras Públicas

Dirección General de Obras Públicas (DGOP), 2025

Ministra de Obras Públicas: Jessica López S.

Director General de Obras Públicas: Boris Olguín M.

Elaboración y edición:

División de Infraestructura Sostenible (DIS)

Departamento de Sostenibilidad y Cambio Climático (DSyCC)

Jefatura DIS: Daniel Bifani I.

Jefatura DSyCC: Evelyne Medel V.

María Paola Orellana P.

Maximiliano Bolados A.

Liliana Calzada M.

María Teresa Alarcón G.

Mónica Baeza C.

Juan Pablo Vallejos C.

Diseño editorial e infografías:

Unidad de Comunicaciones - DGOP

Jeannette Ulloa C.

Lorena Rojas S.

Fotografías:

Archivo Ministerio de Obras Públicas

Agradecimientos:

Profesionales de Direcciones Generales y Direcciones Nacionales del Ministerio de Obras Públicas: Paulina Jaque, Luisa Díaz, Gonzalo Lagos, Mauricio Jelves, Andrea Osses, Pamela García, Eva Cancino, Hernán Torres, Pablo Ibáñez, Catalina Riquelme, Víctor Reyes, Camilo Rivas, Cristian Vargas, Hugo Navarrete, Magaly Espinosa, Romina Aranda, Tamara Monsalve, Valentina Neira, Víctor Reyes, Juan Antonio Arrese, Ronald Soto, Margarita Cordaro, Carla Bardi, Cristina Contzen, Mauricio Lavín, Tamara Vega, Carolina Ortega, Martita Molina, Ignacio Araya, Haidy Blazevic, Carlos Olivares, Oscar López, Tomás Delgado, Damaris Puente.

Profesionales de las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial, dependientes de las Secretarías Regionales Ministeriales de Obras Públicas.

Se agradece además la colaboración de los integrantes del Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático y de los representantes de Servicios Públicos relacionados con el Plan, de la Academia y Centros de Investigación, y de la Sociedad Civil organizada, por sus significativos aportes en el proceso técnico y participativo de la elaboración del Plan.

Se reconoce y valora la colaboración técnica del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, en el contexto del Acuerdo Marco entre Chile y el BID para la prestación de servicios de asesorías, a través del acompañamiento y desarrollo de los estudios que fueron el insumo principal para la elaboración de este Plan. A esto se suma el acompañamiento en todas las instancias de participación establecidas en la Ley Marco de Cambio Climático.



Impresión: Imprenta Grafic Suisse

Edición: 120 unidades.

Impreso en materiales sustentables, papel con certificación PEFC

Esta publicación se terminó de imprimir en abril de 2025.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación, respetando íntegramente la fidelidad del original y citando debidamente la fuente.



PLAN DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO SECTOR INFRAESTRUCTURA



ÍNDICE DE CONTENIDOS



PALABRAS DE LA MINISTRA DE OBRAS PÚBLICAS	5
PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	9
INTRODUCCIÓN	13
1 CONTEXTO Y ANTECEDENTES	16
1.1 Contexto global y nacional del Cambio Climático	17
1.2 Caracterización del sector	20
1.2.1 Dimensiones de la Sostenibilidad del Plan	22
1.3 Definiciones estratégicas de Cambio Climático e instrumentos relacionados	26
1.3.1 Soluciones basadas en la Naturaleza	26
1.3.2 Economía Circular	27
1.3.3 Instrumentos relacionados	29
1.4 Proceso de elaboración del Plan: Etapas e hitos relevantes	32
2 DIAGNÓSTICO SECTORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	36
2.1 Descripción de las emisiones del sector	37
2.2 Análisis de tendencias del sector	38
2.2.1 Estrategia climática de largo plazo, atribución sectorial	40
2.3 Análisis de cumplimiento del sector	42
2.4 Evaluación de impactos, vulnerabilidad y riesgos climáticos	47
2.4.1 Riesgos climáticos	52
2.4.2 Casos recientes	64
2.5 Evaluación del Plan sectorial precedente	61
3 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	64
3.1 Visión del Plan	65
3.2 Objetivos del Plan	65
3.2.1 Objetivo general	65
3.2.2 Objetivos específicos	65
3.3 Estructura general del Plan	66
3.3.1 Líneas estratégicas	66
3.3.2 Enfoque de definición de medidas: Análisis de ciclo de vida	67
3.3.3 Priorización de las medidas de adaptación	68
3.3.4 Evaluación de riesgos climáticos en zonas latentes	69
3.3.5 Medidas	71
3.4 Fichas de medidas	72
3.4.1 Medidas de adaptación	73
3.4.2 Medidas de mitigación	75
3.4.3 Medidas medios de implementación	77
4 CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	80
5 INSTITUCIONALIDAD.....	100
6 SIGLAS Y ACRÓNIMOS	103
7 GLOSARIO	106
8 BIBLIOGRAFÍA	110
9 ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	112
12.1 Tablas	112
12.2 Figuras	113
10 ANEXO: FICHAS DE LAS MEDIDAS DEL PLAN	114

PALABRAS DE LA MINISTRA

DE OBRAS PÚBLICAS





La crisis climática demanda actuar con urgencia y con una profunda visión de futuro. Estos principios han sido los articuladores de la actualización del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático – Sector Infraestructura, constituyendo una guía para construir un país más sostenible, resiliente y equitativo. El Plan, elaborado por equipos técnicos del MOP con asistencia del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), es el resultado de un proceso colaborativo entre múltiples instituciones públicas y privadas, además de la academia y la sociedad civil, integrando diversas perspectivas y conocimientos, y representa un compromiso con el bienestar de la ciudadanía, especialmente de las futuras generaciones.

Este Plan se alinea con los compromisos de Chile en el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, y da cumplimiento a lo establecido en la Ley Marco de Cambio Climático, definiendo los aportes del sector infraestructura para alcanzar la meta de carbono neutralidad y resiliencia al 2050. En este sentido, el Plan reafirma el liderazgo del Ministerio de Obras Públicas para acelerar el desarrollo de infraestructura resiliente, baja en carbono y alineada con los principios de la Economía Circular.

Este liderazgo se ha visto reflejado en la materialización de buenas prácticas que hemos impulsado en relación con el cambio climático. Algunos ejemplos de ello los tenemos en la construcción de la primera obra de control aluvional diseñada con criterios de resiliencia en la Quebrada Bonilla de la ciudad de Antofagasta, en la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza en diversas obras públicas, en la reutilización del fresado de asfalto para la renovación de pistas de aterrizaje en aeropuertos y aeródromos, y en la certificación de edificios sustentables de la mayor parte de las obras de la Dirección de Arquitectura, entre otras acciones exitosas que hemos impulsado.

En línea con los avances alcanzados, la actualización de este Plan representa una profundización de los esfuerzos en adaptación y mitigación al cambio climático del Ministerio de Obras Públicas, estableciendo una articulación con todos los actores vinculados al sector de la construcción que facilita la colaboración y la innovación.

Además, asumimos un compromiso en priorizar la participación de grupos más vulnerables frente a los impactos del cambio climático, promoviendo el enfoque de género y la interculturalidad. A partir de esta visión, avanzaremos decididamente hacia un futuro más sostenible, resiliente y equitativo, donde la infraestructura juega un papel fundamental en la protección de los territorios, el bienestar de la ciudadanía y el cumplimiento de los compromisos climáticos de nuestro país.

Jessica López Saffie
Ministra de Obras Públicas

A man with dark hair, wearing a dark grey pinstripe suit, a light blue shirt, and a blue and red striped tie, stands in an office. He has his hands clasped in front of him. The background features vertical wood paneling. To the right, a desk holds a small Chilean flag on a stand, a wooden pen holder with pens, and a glass ashtray. A horizontal bar with blue, red, and white segments is positioned below the text.

PRESENTACIÓN DEL

DIRECTOR GENERAL DE

OBRAS PÚBLICAS





Les presentamos la actualización del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Infraestructura, vigente para el periodo 2025 a 2029, cuya coordinación técnica fue abordada por la División de Infraestructura Sostenible de esta Dirección General de Obras Públicas. Fue aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático en noviembre de 2024, alineada con la Ley Marco de Cambio Climático y la Estrategia Climática de Largo Plazo, y por ende con el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel internacional.

El Plan constituye una pieza fundamental dentro de los diversos instrumentos que el Estado de Chile ha dispuesto para el cumplimiento de sus compromisos climáticos a nivel nacional y global, en un contexto de crisis climática en que nuestro Ministerio desempeña un rol estratégico para la seguridad y el desarrollo de las comunidades y sus territorios a lo largo del país.

El Plan apunta a la resiliencia de la infraestructura pública ante los impactos del cambio climático, contribuyendo a la vez a la meta de carbono neutralidad del país. Consecuentemente, las temáticas abordadas en el Plan se estructuran en base a tres objetivos específicos, referidos a adaptación, mitigación y medios de implementación, desde los cuales se desprenden quince medidas concretas para alcanzar los objetivos planteados, y que se detallan en el presente documento.

Como parte de los desafíos que asumimos, el Plan genera directrices concretas a los servicios operativos del MOP para materializar mejores obras públicas. Entre muchas acciones que se han considerado, durante su periodo de implementación se incorporarán exigencias en las Bases de Licitación y Términos de Referencia de proyectos, para el uso de productos, materiales y tecnologías con atributos de circularidad y bajas en emisiones, y asimismo en planes de gestión eficiente para el uso de agua y energía durante la construcción de las obras.

En síntesis, estamos confiados en que la actualización de este instrumento representará un avance significativo en la integración del cambio climático en la gestión de la infraestructura pública en Chile, construyendo un país más resiliente, sostenible y preocupado de sus comunidades y ecosistemas más vulnerables. Los invitamos a conocer el Plan y participar activamente en su implementación.

Boris Olguín Morales
Director General de Obras Públicas

RESUMEN EJECUTIVO





El Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático – Sector Infraestructura, que actualiza el primer Plan del MOP efectuado en 2017, aborda las transformaciones y desafíos estratégicos que, en el ámbito de la sostenibilidad, compromete el Ministerio de Obras Públicas para el periodo 2025-2029, acorde a la Ley Marco de Cambio Climático.

La elaboración del Plan fue efectuada por la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) a través de su Departamento de Sostenibilidad y Cambio Climático de la División de Infraestructura Sostenible (DIS). Para ello se contó con el apoyo técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), mediante asesoría directa de cinco especialistas, y de cuatro consultorías implementadas como apoyo directo al proceso de elaboración del Plan: i) Participación, ii) Soluciones basadas en la Naturaleza, iii) Economía Circular, y iv) Medidas de mitigación, con un monto de inversión de 600 mil USD, bajo modalidad *Fee for Service*.

En base al estándar de trabajo colaborativo promovido desde la DGOP, plasmado en la reciente Política de Sostenibilidad del MOP aprobada en 2024, el Plan fue elaborado a través de un extenso e intenso proceso participativo que incluyó una consulta ciudadana con 31 talleres en todas las regiones del país, reuniendo en total a 1.186 participantes del sector público, privado, academia y sociedad civil. Durante su elaboración fueron recibidas 511 observaciones, de las cuales 94% fueron incorporadas y forman parte del Plan.

Considerando el objetivo general del Plan, consistente en propiciar obras públicas resilientes que permitan la adaptación de los territorios y la reducción de emisiones para lograr la carbono-neutralidad, las diversas temáticas que aborda el instrumento se han ordenado en tres objetivos específicos: 1) adaptación, 2) mitigación, 3) medios para su implementación. Consecuentemente, el Plan se articula a través de ocho líneas estratégicas interrelacionadas, cada una de las cuales se apoya en quince medidas y sus respectivas acciones.

Para el objetivo de adaptación, una de las prioridades es el desarrollo de infraestructura y edificación resiliente, lo cual implica integrar el análisis de proyecciones climáticas extremas en las etapas de diseño de los proyectos. Esto se complementa con la gestión del riesgo climático, fomentando la incorporación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en la construcción de obras públicas, desarrollando infraestructura para la seguridad hídrica y fortaleciendo la infraestructura existente.

Para impulsar la sostenibilidad y la carbono neutralidad, el Plan promueve el desarrollo de obras públicas con atributos de circularidad, poniendo énfasis en mejorar la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) y en reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a lo largo de todo el ciclo de vida de las obras públicas, mediante la medición y gestión de la huella de carbono (HdC) en los proyectos. Las medidas de mitigación contempladas en el Plan aportan una reducción de 0,596 MtCO₂eq en el periodo 2025-2029.

En cuanto a los medios de implementación, se destaca el fortalecimiento y ampliación de la Certificación de Edificación Sustentable (CES) en las obras públicas, así como contar con nuevos Acuerdos de Producción Limpia. Además, se busca la integración del cambio climático en la planificación y gestión de inversiones ministeriales, asegurando que los proyectos contribuyan a la adaptación y mitigación, para lo cual se relevan las acciones para contar con una metodología de evaluación social que incorpore la resiliencia climática. Finalmente, para implementar adecuadamente el Plan, se impulsan procesos participativos con énfasis en grupos en situación de vulnerabilidad climática, enfoque de género y multiculturalidad.

A modo de síntesis, se destacan seis principales focos del Plan:

1. **Vinculación explícita entre instrumentos del MOP elaborados en 2024:** la Política de Sostenibilidad MOP como guía orientadora; y bajo su alero, los Planes de Cambio Climático de Infraestructura y de Recursos Hídricos 2025-2029, concebidos como planes de acción acorde a la Ley Marco de Cambio Climático; y el Plan Nacional de Infraestructura Pública, al 2055, entendido como un plan de inversiones de infraestructura con horizonte de largo plazo;
2. **Integralidad a lo largo del ciclo de vida de proyectos,** reforzando los sistemas de planificación ministerial y de gestión presupuestaria anual, incluyendo criterios de resiliencia climática y asegurando que se consideren los riesgos y oportunidades climáticas desde las etapas iniciales de la planificación;
3. **Diseños resilientes en infraestructura hídrica:** se destaca la instalación de desaladora en la Región de Coquimbo, y medidas adaptativas en Servicios Sanitarios Rurales en cuencas priorizadas, acogiendo las propuestas del Comité de Carbono Neutralidad instituido por los Ministerios de Economía y del Medio Ambiente;
4. **100% de reposición de infraestructura afectada por eventos climáticos extremos** y conservaciones mayores ejecutadas con criterios de resiliencia climática;
5. **Medición, gestión y reducción de huella de carbono** en 64 edificaciones públicas del MOP; y
6. **Adecuación institucional para el cumplimiento de medidas y metas,** en ambiente de coordinación nacional - regional y cooperación público - privada.

Para garantizar la implementación efectiva del plan, se enfatiza el reforzamiento de capacidades institucionales en el MOP, así como las coordinaciones con los ministerios coadyuvantes: Medio Ambiente; Transporte y Telecomunicaciones; Vivienda y Urbanismo; Agricultura; Economía, Fomento y Turismo; Mujer y la Equidad de Género; Defensa; Interior; y Desarrollo Social y Familia; y el vínculo con representantes del ámbito privado, de la academia y la sociedad civil.

El costo total del Plan es de \$16 mil 444 millones, equivalentes a USD 17,6 millones. Para ello, se considera financiamiento como parte del gasto continuo y habitual del MOP, acorde al Informe Financiero del Plan aprobado por la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda.

Como gastos de inversión, el Plan incluye estudios básicos de las direcciones de Planeamiento, Vialidad y Obras Hidráulicas, relacionados con resiliencia climática e integrados a la nómina de respaldo del Proyecto de Ley de Presupuestos 2025, así como inversión en la conservación de edificios públicos del MOP en las 16 regiones del país a objeto de reducir sus emisiones.

Durante el periodo de vigencia del Plan se realizará un monitoreo permanente y un reporte de periodicidad anual del instrumento, en relación a los indicadores establecidos en las medidas, lo que permitirá evaluar acciones correctivas en sus etapas intermedias, así como establecer los logros al final de su proceso.



INTRODUCCIÓN





La influencia humana en el calentamiento de la atmósfera, océanos y tierra es inequívoca (IPCC, 2023). El aumento sostenido de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ha puesto en serio riesgo el cumplimiento de todas las metas globales de descarbonización, especialmente las del Acuerdo de París que entró en vigor en 2017.

Recientemente, la Organización de Naciones Unidas ha reconocido que “las emisiones mundiales no se ajustan a las trayectorias de mitigación modeladas a nivel mundial que serían compatibles con el objetivo de temperatura del Acuerdo de París, y las oportunidades para elevar el nivel de ambición y aplicar los compromisos existentes a fin de limitar el aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales se están agotando rápidamente” (UNFCCC, 2023). Por lo tanto, el llamado es a la urgencia en acelerar la acción climática.

Según el informe 2021 de UNOPS (PNUMA y Universidad de Oxford), denominado “Infraestructura para la acción por el clima”, es central que los Estados planifiquen, diseñen y gestionen la infraestructura en favor de un futuro resiliente y con bajas emisiones. En este informe se hace hincapié en la necesidad de “hacer cambios radicales en la forma en que se concibe la infraestructura para frenar los efectos más graves del cambio climático”, repensando las infraestructuras bajo un enfoque de resiliencia, “ya que las decisiones en materia de infraestructura que se tomen hoy determinarán la calidad del futuro común” ¹.

Considerando lo anterior, la infraestructura, junto a su rol dinamizador en la economía del país, asume también una función clave en la protección del territorio frente a eventos extremos, cada vez más intensos y frecuentes; y, por otra parte, una función relevante en apoyo a la carbono neutralidad, reduciendo emisiones de GEI a la atmósfera. No obstante, se estima a nivel global que “la infraestructura es responsable del 79% de las emisiones totales de GEI”, a la vez “se pone de relieve el

(1) Declaración de la Secretaria General Adjunta de las Naciones Unidas y Directora Ejecutiva de UNOPS, Grete Faremo con motivo de la publicación del informe UNOPSn en 2021.

papel, a menudo soslayado, que desempeña la infraestructura a la hora de combatir el cambio climático, en especial en lo que respecta a los esfuerzos de mitigación y adaptación, y se examina la influencia de la infraestructura en la acción por el clima en los sectores de la energía, el transporte, los residuos sólidos, las comunicaciones digitales y la construcción” (UNOPS, 2021).

Este sentido de urgencia ha sido recogido por el Estado de Chile, y es así como en el año 2022 se promulgó la ley N° 21.455, Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), para que el país pueda enfrentar el cambio climático mediante la ejecución de planes en materia de mitigación y adaptación, con acciones concretas y con foco en el cumplimiento de sus compromisos internacionales asumidos en el Acuerdo de París. En específico, la LMCC establece los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC) en forma diferenciada según alcance territorial: nacional, regional y local, y determina la necesidad de actualizar los planes de mitigación y adaptación del sector infraestructura, a cargo, entre otros ministerios, del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

A modo de antecedente, el MOP dispuso su primer instrumento de acción contra el cambio climático, denominado “Plan de Adaptación y Mitigación a los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático” (aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad de fecha 22 de noviembre de 2017, según acuerdo N° 39/2017), con vigencia entre 2017 y 2022, el cual resulta necesario actualizar acorde al mandato de la LMCC y a las nuevas evidencias, amenazas e impactos asociados al cambio climático surgidas en el intertanto, con efectos en la necesidad de adecuar la infraestructura y la edificación pública.

La actualización del Plan de Adaptación y Mitigación orienta sus acciones hacia la promoción del desarrollo de infraestructura y edificaciones resilientes y la contribución a la carbono-neutralidad. Asimismo, busca implementar enfoques de territorialidad, género e interculturalidad, incorporando Soluciones basadas en la Naturaleza, enfoque de riesgo de desastres y generando sinergias entre la academia, la sociedad civil, los pueblos indígenas y el MOP para un trabajo conjunto que acompañe al desarrollo integral del país.

Respecto a las Soluciones basadas en la Naturaleza, permiten abordar de manera conjunta los desafíos de mitigación y adaptación al cambio climático, promoviendo la generación de sinergias al aprovechar los servicios ecosistémicos para reducir emisiones y, al mismo tiempo, fortalecer la resiliencia de comunidades y territorios frente a los impactos climáticos.

La integración de la mitigación y la adaptación en un enfoque conjunto (componente de integración) permite maximizar los beneficios de las políticas climáticas, asegurando que las acciones destinadas a reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero también fortalezcan la resiliencia de las comunidades y ecosistemas, de ahí que sea requerido cuando los planes se tramitan de forma conjunta. En este sentido, el presente

Plan se presenta como una herramienta clave, al promover soluciones que no solo contribuyen a la carbono-neutralidad, sino que pone las necesidades y seguridad de las personas al centro de las prioridades, potenciando la protección de vidas humanas, medios de subsistencia y biodiversidad, de modo tal de reducir la vulnerabilidad de los territorios, sin interrumpir el suministro de los servicios que presta la infraestructura y la edificación pública, bajo un enfoque de resiliencia climática.

Las acciones y metas aquí descritas se han enfocado en asegurar la debida consideración de una perspectiva de género integral, ya sea mediante la incorporación de los roles femeninos en la planificación, formulación, diseño, construcción y operación de obras, así como en la consideración de los impactos diferenciados en casos de fenómenos disruptivos de los servicios de infraestructura y edificación pública.

Este Plan se da en el marco de los compromisos adquiridos por Chile bajo su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), y más ampliamente bajo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Para su elaboración, desarrollada por la Dirección General de Obras Públicas bajo coordinación de su División de Infraestructura Sostenible, se ha contado con el apoyo de un equipo multidisciplinario del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), liderado por la División de Transporte e Infraestructura.



1

CONTEXTO Y ANTECEDENTES





1.1 CONTEXTO GLOBAL Y NACIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Con el aumento progresivo de la temperatura global, acercándose a los 1.5°C para el año 2030 (IPCC, 2023), la crisis climática se presenta como un desafío global que requiere ser abordado de manera integrada, lo que se ha traducido en una búsqueda constante de soluciones que permitan enfrentar los efectos del cambio climático. Frente a ello, la construcción colectiva de soluciones ha sido incremental en los últimos años. Especialmente a partir de la Agenda ONU 2015: el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, y el Acuerdo de París (COP21), se han construido compromisos y estrategias nacionales para abordar el Cambio Climático y promover el desarrollo sostenible.

Según la ONU, la resiliencia de la infraestructura puede ser definida como la prevención, absorción, recuperación y adaptación oportunas y eficientes de las estructuras y de sus funciones esenciales, que han estado expuestas a peligros. La implementación de la resiliencia debe realizarse mediante la gestión colaborativa del riesgo y la incertidumbre, la evaluación de múltiples peligros y los métodos que abarcan la naturaleza sistémica de la infraestructura nacional (UNDRR, 2023).

Por otra parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) define a la infraestructura sostenible (IS) como aquellos proyectos de infraestructura que se planifican, diseñan, construyen, operan y desmantelan de forma que se garantice la sostenibilidad económica y financiera, social, medioambiental e institucional durante todo su ciclo de vida (BID, 2019).

Frente a la severidad de los efectos climáticos que afectan a Chile, las instituciones del Estado han avanzado en la incorporación del concepto de resiliencia climática, tanto en su trabajo actual como en la planificación de acciones y proyectos futuros.

A nivel país, en 2022 se publica la ley N° 21.455, Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), la cual tiene como principal objetivo hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático, transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y otros forzantes climáticos, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de GEI al año 2050. Con este fin, la ley establece un esquema institucional en el que se dotan a los diversos órganos de la Administración del Estado de un conjunto de nuevas competencias, funciones y obligaciones, asignándoles el desarrollo de diversos instrumentos de gestión del cambio climático (MMA, 2022), con los siguientes instrumentos de alcance nacional:

- **Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC):** Instrumento que contiene los compromisos de Chile ante la comunidad internacional para mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero e implementar medidas de adaptación, de conformidad con lo dispuesto por el Acuerdo de París y la Convención.

- **Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP):** Instrumento reconocido en el Acuerdo de París en el que se definen los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a 30 años para el cumplimiento del objeto de esta ley.
- **Planes Sectoriales de Cambio Climático:** Instrumentos de corto plazo que tienen por finalidad avanzar en los compromisos país en materia de adaptación y mitigación al cambio climático. Los ministerios a cargo de elaborar Planes Sectoriales de Mitigación son: Energía, Transportes y Telecomunicaciones, Minería, Salud, Agricultura, Obras Públicas, y Vivienda y Urbanismo. En tanto, los Planes Sectoriales de Adaptación corresponden a los ministerios de Obras Públicas, Salud, Minería, Energía, Vivienda y Urbanismo, Defensa Nacional, Transporte y Telecomunicaciones, y finalmente Economía, Fomento y Turismo.
- **Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático:** Es un instrumento que tiene por objetivo monitorear e informar el estado de avance de cambio climático en el país a corto plazo.

En el contexto específico del Ministerio de Obras Públicas, y para avanzar en esta acción incremental de vinculación entre infraestructura y adaptación y mitigación al cambio climático, el MOP ha desarrollado una estrategia de integración de la gestión del cambio climático en sus diferentes instrumentos de política pública, transversalizando los principios de desarrollo resiliente y sostenible en su Política de Sostenibilidad como instrumento de carácter general, en los Planes Sectoriales de Cambio Climático en el corto plazo, y en el Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 en un horizonte a mayor plazo, según el siguiente detalle:

- **Política de Sostenibilidad MOP (2024 – 2030):** instrumento marco para guiar en forma sistemática los avances institucionales en materia de sostenibilidad en infraestructura, edificación pública y gestión del recurso hídrico, haciéndolos parte del quehacer permanente del Ministerio y otorgándoles continuidad en el tiempo. Como tal, orienta la gestión hacia las cuatro dimensiones de la sostenibilidad: ambiental y de resiliencia con énfasis en la crisis climática, social, económico-financiera e institucional, ordenando su visión integral según objetivos específicos para cada una de ellas.
- **Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático - Sector Infraestructura (2025 – 2029):** establece las medidas para abordar los impactos del cambio climático tanto en la infraestructura como en los territorios, así como contribuir a la meta de carbono neutralidad comprometida por el país.
- **Plan de Adaptación al Cambio Climático – Sector Recursos Hídricos (2025 – 2029):** promueve la resiliencia del sector de los recursos hídricos a nivel nacional ante los efectos adversos del cambio climático, considerando la disponibilidad de las aguas, la sustentabilidad acuífera y los eventos extremos, con un enfoque de territorialidad.
- **Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 (PNIP),** que incluye la identificación de un conjunto de proposiciones de planes de inversión y obras que contribuyan a lograr el potencial de desarrollo del país y/o a superar deficiencias de infraestructura existentes. En este contexto, el PNIP se posiciona como un puente estratégico que canaliza en la

planificación de inversiones las capacidades institucionales y los objetivos definidos por los planes sectoriales de cambio climático, avanzando en la generación de cartera de proyectos que permitan una contribución efectiva a la adaptación y mitigación del cambio climático, mejorando la calidad de vida de las personas y promoviendo el desarrollo sostenible.



Figura 1: Esquema de instrumentos estratégicos del MOP, relacionados con sostenibilidad.

Fuente: MOP, 2024

Esta estrategia ministerial se basa en asegurar una articulación efectiva entre las medidas y acciones descritas en los planes sectoriales de cambio climático y la planificación ministerial de inversiones e iniciativas de política pública para el mediano y largo plazo, con escenarios a 10 y 30 años respectivamente. Para que ésta sea implementada de forma coordinada, los objetivos y acciones definidos en los primeros deben verse reflejados en los proyectos de inversiones planificados en el segundo, otorgando así coherencia y efectividad a la estrategia global del MOP en materia de cambio climático.

En particular, esta estrategia permite que los Planes Sectoriales de Cambio Climático se enfoquen en la generación de medidas y acciones, construyendo bases institucionales sólidas para abordar este desafío. Por su parte, el PNIP complementa la acción climática del Ministerio, a través de la planificación eficiente de proyectos y políticas específicas que incorporen dichas capacidades, integrando el cambio climático con un enfoque de ciclo de vida de los proyectos.

1.2 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR

El sector de Infraestructura y Edificación Pública genera el soporte físico para el desarrollo de múltiples actividades en los territorios, tanto económicas, sociales y culturales, necesarias para la subsistencia de las comunidades y su bienestar. En Chile, la principal función asociada a este sector es asumida por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), institución encargada del “planeamiento, estudio, proyección, construcción, ampliación, reparación, conservación y explotación de las obras públicas, además de ser el organismo coordinador de los planes de ejecución de las obras realizadas por otros ministerios y entidades públicas, como también la aplicación del Código de Aguas” (artículo 1° del Decreto con Fuerza de Ley N° 850, de 1997).

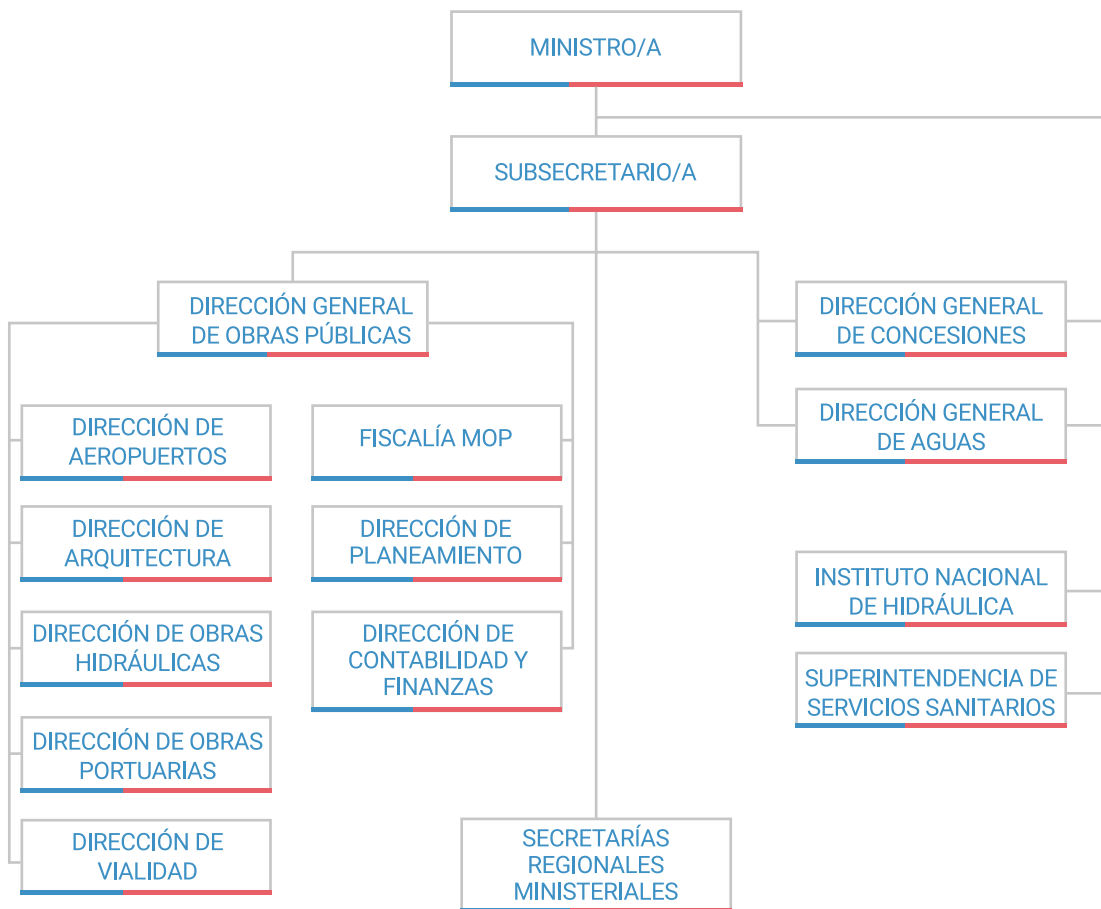


Figura 2: Organigrama Ministerio de Obras Públicas.

Fuente: MOP, 2024

Considerando lo anterior, el sector de Obras Públicas en Chile comprende los servicios de infraestructura y edificación pública, definidos como el conjunto de funcionalidades y prestaciones que una obra pública debe proveer durante su fase de operación (MOP, 2017). Esta definición modifica y actualiza la concepción tradicional de obra pública, no refiriéndose únicamente al elemento construido, sino que, además, considerando de manera integral el entorno territorial y ambiental en que se sitúa y su interacción con las comunidades.

Así, en el marco de los servicios de infraestructura y edificación pública del MOP y, en particular, dentro de su relación con la adaptación y mitigación al cambio climático, es posible establecer tres categorías de servicios aplicables para efectos del presente Plan:

Conectividad territorial: En esta categoría se consideran los servicios que permiten satisfacer necesidades de movilidad humana y productiva, y su relación con el desarrollo económico y social, tanto por vía terrestre, como aérea y marítima/lacustre/fluvial.

Servicios de conectividad vial (Dirección de Vialidad y Dirección General de Concesiones):

- Conectividad del territorio nacional, mediante redes viales interurbanas de categoría internacional, regional, secundaria y local, con incremento de la red vial pavimentada.
- Mantenimiento vial para circulación y transporte de personas, bienes e insumos.
- Obras viales urbanas.
- Seguridad vial.
- Puentes y túneles.
- Autopistas y carreteras concesionadas.

Servicios de infraestructura portuaria (Dirección de Obras Portuarias):

- Infraestructura de conectividad (muelles y rampas).
- Infraestructura portuaria para turismo y deportes náuticos.
- Infraestructura portuaria pesquera artesanal.
- Naves para la conectividad.

Servicios de infraestructura aeroportuaria (Dirección de Aeropuertos y Dirección General de Concesiones):

- Red principal y secundaria de aeropuertos para conectividad aeronáutica nacional e internacional.
- Red de pequeños aeródromos para integración territorial con énfasis en localidades aisladas.
- Red de puntos de posada de helicópteros, con foco en la seguridad de los territorios y sus comunidades y la conectividad local.
- Terminales aeroportuarios concesionados.

Protección del territorio ante fenómenos meteorológicos extremos: Esta categoría contiene los servicios de infraestructura relacionados con el mejoramiento de la resiliencia de los territorios ante diversas amenazas climáticas.

Servicios de infraestructura de protección frente a sequías, para provisión de agua (Dirección de Obras Hidráulicas y Dirección General de Concesiones):

- Infraestructura hidráulica de uso multipropósito (embalses, desaladoras, canales de regadío, pozos, entre otras medidas estructurales y no estructurales).
- Infraestructura de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en localidades concentradas y semiconcentradas, incluyendo asesoría en materias comunitarias, técnicas, administrativas y contables relacionados con la provisión de agua potable rural en los sistemas de SSR existentes.

Servicio de infraestructura de protección hidráulica frente a precipitaciones intensas (Dirección de Obras Hidráulicas):

- Defensas fluviales y encauzamiento de riberas, incluyendo la definición de deslindes de cauces.
- Infraestructura de control aluvional.
- Infraestructura de evacuación y drenaje de aguas lluvias en zonas urbanas, acorde a Planes Maestros.

Servicio de infraestructura de protección del borde costero ante marejadas y aumento del nivel medio del mar:

- Infraestructura portuaria de defensas costeras y de ribera.
- Infraestructura de costaneras marítimas, lacustres y fluviales.

Provisión y conservación de la edificación: Esta categoría responde a un servicio requerido para proveer y conservar la edificación pública y/o patrimonial, a través de acciones realizadas por el MOP o por mandato de otras instituciones del Estado, tales: como establecimientos de salud, educación y seguridad, incorporando diseños y obras que mejoran la resiliencia de los edificios ante amenazas climáticas.

Servicios de edificación pública (Dirección de Arquitectura y Dirección General de Concesiones)

- Infraestructura de edificación pública.
- Conservación y resguardo de la arquitectura patrimonial.
- Incorporación de obras artísticas en edificación y espacio público.

1.2.1 DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD DEL PLAN

Se detallan a continuación las dimensiones de la sostenibilidad, en forma diferenciada según componentes ambiental, social y económica, en función de las diversas tipologías de obras públicas que ejecuta el MOP. Para ello se asume el soporte transversal que otorga la institucionalidad ministerial (dimensión institucional), en coherencia con la Política de Sostenibilidad del MOP.

1.2.1.1 De lo ambiental

En relación a los servicios de conectividad territorial, éstos se encuentran expuestos a múltiples amenazas climáticas, las que, además, presentan una alta incertidumbre bajo un escenario de clima cambiante. Estas amenazas generan impactos adversos sobre la

infraestructura y los territorios, tales como inundaciones, remociones en masa, incendios forestales, entre otros. Estos impactos han ocurrido de manera recurrente en las últimas décadas, entre las que destacan, por su magnitud y alcance, el aluvión de 2015 en la Región de Atacama, el mega incendio de 2017 y las inundaciones de 2023, estos últimos en la zona central del país, abarcando desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío.

Desde una perspectiva de riesgo climático, las principales amenazas climáticas que afectan a los servicios de conectividad territorial se expresan en la tabla 1.

Tabla 1: Amenazas climáticas que pueden interrumpir los servicios de conectividad territorial.

Conectividad terrestre	Conectividad aérea	Conectividad marítima, lacustre y fluvial
<ul style="list-style-type: none">- Precipitaciones intensas- Olas de calor- Olas de frío- Vientos extremos- Congelamiento- Tormenta de nieve- Tormenta de arena- Marejadas- Aumento del nivel medio del mar- Remoción en masa- Incendios	<ul style="list-style-type: none">- Olas de calor- Precipitaciones intensas- Vientos extremos- Olas de frío- Congelamiento- Tormenta de nieve- Tormenta de arena	<ul style="list-style-type: none">- Marejadas- Aumento del nivel medio del mar- Vientos extremos- Precipitaciones intensas- Congelamiento

Fuente: MOP, 2024

Respecto de la infraestructura de protección del territorio, las amenazas climáticas que le afectan pueden categorizarse en tres tipos, expresados en la tabla 2. Estos efectos impactan a nivel territorial sobre asentamientos humanos y sistemas productivos, con impactos de desarrollo lento, como la sequía y el aumento del nivel medio del mar, y otros eventos extremos de desarrollo en cortos periodos temporales, tales como precipitaciones intensas, marejadas y otros.

Tabla 2: Amenazas climáticas extremas que afectan los servicios que presta la infraestructura de protección del territorio.

Protección por escasez hídrica	Protección por exceso de agua	Protección costera
<ul style="list-style-type: none">- Sequía- Ola de calor	<ul style="list-style-type: none">- Precipitaciones intensas- Altas temperaturas	<ul style="list-style-type: none">- Marejadas- Aumento del nivel medio del mar- Vientos extremos- Precipitaciones intensas- Floraciones algares nocivas

Fuente: MOP, 2024

Por último, en lo que refiere a la provisión y conservación de la edificación pública, la componente ambiental está referida al diseño arquitectónico pasivo y a los estándares de eficiencia en el uso de los recursos, para así disminuir consumos, emisiones e impactos al medio ambiente. En lo específico, la edificación sustentable se relaciona con el comportamiento ambiental de un edificio para la obtención de una buena calidad del ambiente interior, minimizando el uso de recursos de energía y agua, con foco en seis aspectos temáticos: calidad del ambiente interior, energía, agua, materiales y residuos, gestión e innovación. A su vez, estas temáticas se agrupan en cuatro categorías: diseño pasivo (arquitectura), diseño de sistemas activos (instalaciones), construcción, y operación.

En un contexto de cambio climático, la edificación pública se encuentra expuesta a amenazas tales como lluvias intensas, remociones en masa e inundaciones, vientos fuertes, granizadas, olas de calor, olas de frío y sequías. Además, las edificaciones públicas situadas en la zona costera pueden estar expuestas a marejadas y al aumento del nivel medio del mar. Considerando lo anterior, los desafíos de la edificación pública para la adaptación al cambio climático tienen relación con un diseño resiliente que proteja a los edificios, además de contar con un diseño estructural adecuado, respaldo energético y selección de materiales resistentes para soportar condiciones climáticas extremas, con el fin de garantizar la seguridad de los usuarios y la continuidad de los servicios públicos en caso de desastre.

1.2.1.2 De lo social

Los servicios de conectividad territorial juegan un rol fundamental en la integración del país. Un territorio con buena conectividad asegura a las comunidades el abastecimiento de bienes y servicios básicos, facilita las relaciones humanas y el desarrollo de actividades económicas y culturales. Considerando los impactos climáticos a los que se exponen las comunidades, la infraestructura de conectividad es fundamental para reducir la vulnerabilidad de los territorios al cambio climático, mejorando la resiliencia y asegurando la continuidad de servicios esenciales en situaciones de emergencia. Además, resulta clave para que las comunidades puedan interactuar, colaborar y crear redes de apoyo mutuo en tiempos de crisis, favoreciendo la cohesión social.

Asimismo, la inclusión social es un proceso relevante que se debe tener en cuenta para avanzar hacia comunidades más resilientes. Desarrollar infraestructura de conectividad desde un enfoque inclusivo asegura que los miembros de la comunidad, especialmente aquellos más vulnerables, puedan movilizarse dentro y fuera del territorio, accediendo a mejores oportunidades de empleo, educación y ocio, promoviendo la cohesión social y fortaleciendo el tejido comunitario.

Por su parte, la infraestructura de protección contribuye a la seguridad de las comunidades, mejorando su calidad de vida en ámbitos tan relevantes como el acceso a agua potable y saneamiento, así como también a resguardar su territorio de impactos que pueden afectar asentamientos humanos y actividades productivas. El desarrollo de infraestructura de protección del territorio debe estar acompañado por una comprensión comunitaria del riesgo climático y de las medidas que pueden tomar para adaptarse a ello. Así, es necesario que las comunidades desarrollen capacidades y conocimientos para prepararse y responder de manera resiliente a eventos climáticos extremos. Dentro de

estas capacidades destacan, por ejemplo, mejorar la eficiencia hídrica en los procesos productivos y domésticos, la protección de ecosistemas y la gestión comunitaria. Además, es relevante fortalecer el diseño sustentable de la edificación pública al servicio de la comunidad que, ante estos eventos, permita acoger y proteger a las personas.

En lo que respecta a la edificación pública, las obras de arte asociadas a la infraestructura pública, y la puesta en valor del patrimonio arquitectónico y urbano, se busca contribuir al desarrollo y protección del patrimonio humano, social y cultural de comunidades y ciudades, mejorando la calidad de vida de las personas y propiciando la equidad. Además, la edificación pública construida por el MOP permite proveer a las comunidades de servicios públicos esenciales, como el acceso a la educación, la salud, el deporte y la seguridad.

1.2.1.3 De lo económico

La adecuada disponibilidad de obras de infraestructura de conectividad, así como la prestación eficiente de servicios conexos, contribuye a que un país o región pueda desarrollar ventajas competitivas y alcanzar un mayor grado de especialización productiva. Asimismo, las redes de infraestructura también constituyen un elemento central de la integración del sistema económico y territorial de un país, haciendo posible las transacciones dentro de un espacio geográfico determinado y con el exterior. En este sentido, tales redes constituyen un elemento vertebrador de la estructura económica de los países y de sus mercados, así como de los mecanismos concretos de articulación de las economías nacionales con la economía mundial (CEPAL, 2004).

Por otra parte, los servicios de conectividad territorial juegan un rol clave en la descentralización del país, puesto que influyen sobre el desarrollo regional. Así, la inversión en infraestructura de conectividad puede ayudar a mitigar las disparidades económicas entre diferentes regiones, promoviendo el desarrollo de áreas más rezagadas y facilitando su integración con centros económicos más dinámicos (DIRPLAN, 2020).

También juega un rol importante en el desarrollo económico de los territorios la infraestructura de protección frente a eventos extremos, puesto que permite asegurar la continuidad de las actividades económicas y domésticas.

En un contexto de cambio climático, la cuantificación de los costos y beneficios económicos que proveen las infraestructuras de protección del territorio debe considerar los aportes de ésta a la resiliencia actual y futura. Así, es importante incluir los costos económicos que podrían generarse en caso de que este tipo de infraestructuras no se emplacen en los territorios, lo que se denomina “costos de la inacción”. Considerar los costos de la inacción es asegurar la viabilidad económica de los proyectos de inversión en infraestructura de protección del territorio, lo que es relevante para identificar fuentes de financiamiento sostenibles para la construcción y mantenimiento de estas obras y crear un entorno favorable para la inversión privada.

Finalmente, el desarrollo de edificación pública sostenible permite mejorar la calidad de vida de los usuarios mediante los criterios de diseño pasivo, eficiencia energética, entre otros aspectos. Lo anterior, se traduce también en reducción de costos operativos: menos consumo de energía y agua, menos costos de mantenimiento y reparación debido a la mayor durabilidad de materiales y sistemas utilizados.

Este enfoque basado en sostenibilidad permite al Estado contar con proyectos que puedan ser transados en los mercados globales, a fin de promover el desarrollo de una clase de activos verdes que pueda ayudar a atraer inversión extranjera que apoye las necesidades de infraestructura sostenible del país. Cabe destacar, que desde el año 2019, la Dirección de Arquitectura ha sido parte de dos emisiones de Bonos Verdes de Chile, con una contribución de 38% en estas emisiones.

1.3 DEFINICIONES ESTRATÉGICAS DE CAMBIO CLIMÁTICO E INSTRUMENTOS RELACIONADOS

El enfoque de resiliencia, carbono neutralidad y sostenibilidad plantea un gran desafío que implica actualizar el modo de pensar los proyectos de infraestructura y edificación pública. Para abordar correctamente este desafío se plantean nuevas metodologías y modelos de producción, tales como la aplicación de Soluciones basadas en la Naturaleza y la Economía Circular.

Las siguientes secciones presentan y señalan cómo este nuevo enfoque se incorpora en la actualización del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático – Sector Infraestructura.

1.3.1 SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SbN)

Una de las metas que la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) establece para el sector infraestructura al 2030 y 2050, tiene relación con “promover el desarrollo de edificaciones e infraestructura sustentables, que consideren aspectos territoriales y Soluciones basadas en la Naturaleza (verde e híbrida) como alternativa o complemento a la infraestructura gris”. Las metas vinculadas a este objetivo son: i) al 2030, generar criterios de SbN por tipología de obra e implementar, de ser factible, al menos 20% con proyectos que integren dichas soluciones y, ii) al 2050, implementar al menos 50% de proyectos de infraestructura y edificaciones públicas con SbN.

En función de este desafío y de la necesidad de adaptación y mitigación de los servicios de infraestructura del MOP a los impactos del Cambio Climático (MOP, 2017), se reconoce la oportunidad de desarrollo en materia de SbN. Estas SbN son definidas como “acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que abordan desafíos de la sociedad de manera eficaz y adaptativa, al mismo tiempo que proporcionan beneficios para el desarrollo sustentable y la biodiversidad” (artículo 3 de la ley N° 21.455).

Específicamente para el sector infraestructura, se ha adoptado la siguiente definición operativa de SbN, con el fin de facilitar la implementación de este tipo de soluciones: las Soluciones basadas en la Naturaleza, dentro de las competencias del MOP, contemplan enfoques y prácticas que utilizan procesos y elementos naturales para diseñar e implementar infraestructuras y edificaciones sostenibles (MOP, 2024).

Así, dentro de los múltiples ámbitos de desarrollo de las SbN, existe la Infraestructura Verde e Híbrida (ver Figura 3), la que consiste en sistemas que se benefician de las contribuciones de la naturaleza a las personas, para proporcionar servicios de infraestructura a la

comunidad, la economía y el medio ambiente. Sus características regenerativas la hacen más eficiente, menos intensiva en carbono, y menos costosa de administrar y mantener, ofreciendo una relación calidad-costo que muchas veces aumenta con el tiempo, lo que garantiza la sustentabilidad de los proyectos (MOP, 2018).

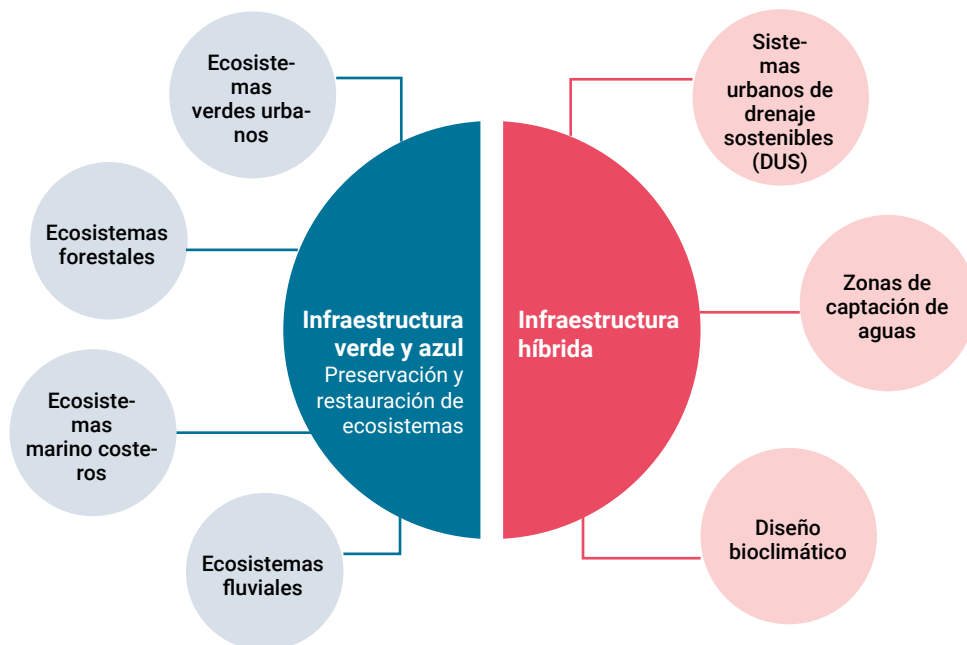


Figura 3: Tipologías de Soluciones basadas en la Naturaleza para el MOP.

Fuente: MOP, 2024

Luego, dentro de las tipologías de proyectos de SbN que pueden ser implementadas por el MOP se encuentran:

- Estabilización de taludes con vegetación.
- Sistemas de drenaje naturales (zanjas de infiltración, humedales o estanques de retención).
- Pavimentos permeables.
- Instalación de barreras verdes (arbustos o árboles).
- Restauración de humedales costeros.
- Construcción de rompeolas naturales (rocas, arenas y vegetación costera).
- Estabilización de costas con vegetación (algas y vegetación costera).
- Defensas fluviales verdes.
- Sistemas de tratamiento natural de aguas (humedales construidos).
- Fachadas y techos verdes.

1.3.2 ECONOMÍA CIRCULAR

La Economía Circular constituye un cambio profundo en las formas de producción y consumo, que plantea la necesidad de dejar atrás la lógica lineal del extraer-producir-consumir-botar, para avanzar hacia un modelo en que los residuos y la contaminación se

eliminan desde la etapa de diseño, los productos y los materiales que entran en el ciclo económico se aprovechan durante el mayor tiempo posible o incluso de forma indefinida, y los procesos económicos regeneran los sistemas naturales en lugar de degradarlos. Por lo tanto, “la Economía Circular es una alternativa atractiva que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad; esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño, respaldado por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social” (Ellen MacArthur Foundation, 2022).

La Economía Circular se basa en tres principios simples, impulsados por el diseño:

- Eliminar los residuos y la contaminación.
- Circular los productos y materiales.
- Regenerar la naturaleza.

Se considera que la Economía Circular contribuirá al cumplimiento de los compromisos de adaptación y mitigación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), específicamente en su componente de integración, como un modelo económico que contribuye de forma integral tanto a las causas como a los efectos e impactos del cambio climático. En él se plantea generar e implementar métricas e indicadores de circularidad, para monitorear los avances del país en materia de Economía Circular e identificar su contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático.



Figura 4: Principios de Economía Circular en la cadena de valor de la construcción.

Fuente: La Economía Circular y la Construcción, <https://strongforms.com/economia-circular-y-construccion/>

En Chile, la construcción de infraestructura y edificación pública es un sector de alta relevancia para el desarrollo de la economía. Esta contribución económica se basa en una cadena de valor lineal compuesta por la extracción de materias primas, fabricación, construcción, operación, demolición y disposición de residuos en vertederos y/o rellenos sanitarios. Esta situación no solo afecta al medioambiente, agudizando el cambio climático, la contaminación atmosférica, del agua y los suelos, sino que también impacta en la pérdida significativa de recursos a lo largo de la cadena de valor (MOP, 2018).

Al respecto, a nivel global la construcción es el mayor consumidor de materias primas y otros recursos, utilizando alrededor del 50% de la producción mundial de acero y más de 3 mil millones de toneladas de materias primas. Uno de los materiales más utilizados en la construcción es el hormigón, cuyo volumen se compone entre un 65% a 75% de áridos (MOP, 2015).

Los nuevos desafíos globales vinculados a la disponibilidad de materias primas, agua y energía, movilizan a las empresas hacia un cambio de paradigma, en el que la Economía Circular puede constituirse en una oportunidad de creación de valor, nuevos negocios y crecimiento económico, desacoplando la histórica dependencia de la extracción de recursos renovables y no renovables.

Como indica el Ministerio del Medio Ambiente, la “transición a una Economía Circular es uno de los desafíos clave para superar la crisis climática y para desarrollar una economía verde y sostenible, que aumente la satisfacción y resiliencia que brindan las ciudades y territorios. Impulsarla en el sector construcción abre nuevas oportunidades para la innovación, la mejora en la productividad y el empleo; en el contexto inmediato de una recuperación ecológica, y en el mediano y largo plazo, permite la construcción de mejores lugares donde vivir” (MMA, 2020).

En este contexto, el Estado de Chile publicó en 2020 la “Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035”, que es la base de la posterior Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040, publicada en 2021. Ambos instrumentos establecen compromisos y metas para el MOP, los que se suman a otros compromisos en materia de Economía Circular establecidos en la NDC Chile 2020 y en la ECLP.

1.3.3 INSTRUMENTOS RELACIONADOS

Los instrumentos climáticos y sectoriales más relevantes, en el cual el Ministerio tiene compromisos y aborda en su concepción el cambio climático, son los siguientes:

- Estrategia Climática de Largo Plazo², MMA (2021).
- Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035 (HRCO)³, coordinado por Construye 2025 (CORFO).
- Plan Nacional de Infraestructura Pública (PNIP), en fase final de elaboración por parte del MOP, bajo coordinación de la Dirección de Planeamiento.

Respecto de la ECLP, los compromisos se establecen en metas al año 2030 y 2050, atendiendo a seis objetivos estratégicos:

(2) <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

(3) https://construye2025.cl/rcd/wp-content/uploads/2020/08/HDR-PAGINA_RCD_200825.pdf

Objetivo 1: Promover la integración y participación de grupos vulnerables (enfoque de género, comunidades indígenas, entre otros) en los procesos de planificación de servicios de Infraestructura.

Objetivo 2: Avanzar en un enfoque de Economía Circular en la edificación e infraestructura, utilizando el Análisis del Ciclo de Vida, para favorecer el uso eficiente de los recursos, su reutilización y priorizar la utilización de materiales reciclados, siempre que no afecte los estándares de calidad técnica exigidos para las obras.

Objetivo 3: Fomentar el desarrollo de infraestructura y edificaciones bajas en carbono a través de la incorporación de energías renovables, la eficiencia energética y el confort ambiental.

Objetivo 4: Avanzar en el desarrollo de un sistema de planificación multisectorial de infraestructura sostenible que incorpore las condicionantes del territorio con una gobernanza adecuada, contando con una articulación público-privada, a fin de fomentar que los servicios que presta la infraestructura del país sean sustentables, bajos en carbono y resilientes al clima actual y futuro, y que puedan generar beneficios sociales, ambientales y territoriales por medio de la integración multisectorial.

Objetivo 5: Avanzar en el desarrollo de un sistema de monitoreo de riesgos, bajo un enfoque de resiliencia. Es decir, identificando vulnerabilidad, exposición y sensibilidad.

Objetivo 6: Promover el desarrollo de edificaciones e infraestructura sustentables, que consideren aspectos territoriales y Soluciones basadas en la Naturaleza (verde e híbrida) como alternativa o complemento a la infraestructura gris.

En relación a la Hoja de Ruta RCD, los compromisos se articulan a través de cuatro ejes estratégicos:

Eje 1: Planificación territorial e infraestructura para la gestión de los RCD y la Economía Circular.

Eje 2: Coordinación pública para el marco regulatorio y fomento a la Economía Circular en construcción.

Eje 3: Ecosistemas y cadena de valor para mercados de Economía Circular en construcción.

Eje 4: Información e indicadores para el desarrollo de mercados, políticas públicas e innovación.

Eje 5: Restauración de pasivos ambientales y riesgos.

Finalmente, el Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 es el instrumento de planificación de largo plazo de los servicios de infraestructura, que el MOP elabora e impulsa con una periodicidad en torno a 10 a 15 años desde principios del 2000. El plan apoya la materialización de los acuerdos internacionales en materia de sostenibilidad y cambio climático, integrando la legislación y los planes sectoriales de cambio climático del MOP, teniendo como objetivo impulsar el desarrollo sostenible por medio de la planificación de los servicios de infraestructura, según la estrategia MOP para abordar la crisis climática.

En este contexto, el desarrollo resiliente al clima se posiciona como eje estructurante del PNIP, para lo cual se aborda la compleja interdependencia de los ámbitos social, económico, ambiental e institucional, planificando infraestructura que promueva co-

beneficios y sinergias entre estrategias de desarrollo y perspectivas de cambio climático. De este modo, la estructura del PNIP es la siguiente:

Cadena de Decisiones: La cadena de decisiones del PNIP se estructura a partir de 5 etapas: 1) Definiciones Estratégicas, 2) Análisis Prospectivos, 3) Análisis Sectoriales, 4) Requerimientos de Infraestructura y 5) Cartera de Inversiones e Iniciativas de Política Pública. Se identifican estrategias de sostenibilidad en cada una de las etapas, incluyendo mecanismos de gobernanza específica para su implementación, así como su materialización efectiva en la estructura de medidas y acciones de los planes de cambio climático.

Definiciones Estratégicas: Para las definiciones estratégicas el PNIP implementó un proceso participativo para la elaboración de una visión estratégica de largo plazo, e imágenes objetivo de alcance nacional y regional por ámbito estratégico, sometidas a una evaluación de sostenibilidad, asegurando su inclusión desde etapas tempranas en la cadena de toma de decisiones. Además, el PNIP consideró un mecanismo que permita que las definiciones estratégicas fueran desarrolladas a partir de una perspectiva multiescalar, a nivel nacional y regional, permitiendo adaptar las soluciones a las necesidades específicas de cada territorio, optimizar recursos y multiplicar el impacto al mejorar o generar nuevos vínculos en un contexto de trabajo descentralizado que fortalece a las regiones.

- **La visión estratégica de largo plazo** evalúa tendencias futuras, alinea objetivos y genera acuerdos para el desarrollo del país y el rol de los servicios de infraestructura. Para su formulación y revisión se conformó un Comité Experto Asesor (CEA) con especialistas y ex autoridades ministeriales en materia de infraestructura, transporte y ambiente, entre otras disciplinas.
- **Las imágenes objetivo de alcance nacional por ámbito estratégico**, distinguen tres ámbitos: transporte y movilidad, infraestructura y gestión hídrica, y sistema de centros poblados, focalizando escenarios de desarrollo para la categorización y priorización de la infraestructura estratégica según objetivos de desarrollo sostenible.
- **Por último, en las imágenes objetivo de alcance regional**, a partir de los procesos participativos se integró la visión ciudadana e institucional para alcanzar los objetivos de sostenibilidad.

Análisis Prospectivo: El PNIP realizó un análisis prospectivo económico, social y ambiental que da cuenta de una visión de desarrollo sostenible y proyección a largo plazo, permitiendo identificar brechas y tendencias que justifiquen la priorización de iniciativas de servicios sostenibles de infraestructura. Un ejemplo concreto de la transversalización del cambio climático en esta etapa es que las proyecciones económicas, realizadas sobre los principales sectores económicos, incluyen ajustes de sensibilización de los efectos del cambio climático para comprender cómo la matriz productiva de las regiones del país se comportará en el corto, mediano y largo plazo.

Análisis Sectorial: Los análisis de modelamiento de transporte y de identificación de brechas hídricas del PNIP buscan determinar las relaciones entre diferentes servicios de infraestructura para conocer su aporte potencial, determinando la complejidad y envergadura de la inversión. Esos estudios reconocen la importancia de identificar cómo los aspectos climáticos impactarán en el desarrollo territorial, las cadenas logísticas y alimenticias,

la vulnerabilidad social, las oportunidades de mejoramiento de productividad y nuevas industrias, entre otros. Estos análisis sectoriales consideran, además, la planificación e inversión de otros ministerios, proyectando de manera intersectorial y promoviendo la alineación de objetivos y prioridades, la colaboración entre servicios y la optimización de tiempo y recursos. En materia de transporte se realizaron análisis de escenarios que combinan modos de transporte (cabotaje, trenes y transporte fluvial), promoviendo la multimodalidad y eficiencia ambiental (menor emisión de GEI posible). El eje estratégico del PNIP referido al agua, por su parte, se basa en la definición de seguridad hídrica de la LMCC, analizando el impacto que tendrá el cambio climático en los balances hídricos de las cuencas del país y las soluciones posibles, y combinando tipologías de infraestructura gris y verde, y soluciones de gobernanza y SbN.

Requerimientos de Infraestructura: En función de las imágenes objetivo y los análisis prospectivo y sectorial, el PNIP define un listado de requerimientos de infraestructura como base para la cartera de proyectos e iniciativas de política pública, respondiendo a los principios internacionales de buenas prácticas para la infraestructura resiliente y sostenible desde la planificación estratégica.

Cartera de Inversiones e Iniciativas de Política Pública: Esta cartera de inversiones, bajo un criterio adaptativo, considera proyectos planificados hasta 10 años, y su actualización y perfeccionamiento cada 5 y 10 años, además de iniciativas de gestión y política pública que permitan fortalecer la acción institucional y promuevan las inversiones estratégicas en el territorio nacional y regional, con mecanismos para su seguimiento y actualización de la gobernanza. La cartera promueve inversiones para avanzar en los compromisos de la ECLP y los Planes Sectoriales de Cambio Climático en la planificación de largo plazo del ministerio, potenciando una articulación de políticas públicas innovativas en manejo sostenible de los recursos naturales, matriz energética y condiciones de poblamiento territorial.

1.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, SECTOR INFRAESTRUCTURA: ETAPAS E HITOS RELEVANTES

El proceso de elaboración de este Plan 2025-2029, consideró cinco pasos secuenciales para su realización hasta la aprobación del producto final. Según el reglamento procedimental (Decreto Supremo N° 16), asociado a la LMCC las etapas del Plan fueron las siguientes:

- Participación Ciudadana Temprana: 20 días⁴.
- Anteproyecto: 100 días.
- Consulta Ciudadana: 60 días.
- Elaboración Proyecto Definitivo: 50 días.
- Aprobación por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático: 20 días.

Respecto del proceso participativo, para el desarrollo de la PAC Temprana se realizaron reuniones informativas a lo largo de todas las capitales regionales, a excepción de la Región del Ñuble (debido a que en el momento planificado acontecieron eventos de inundaciones). Este proceso participativo se llevó a cabo entre julio y septiembre de 2023.

(2) Toda referencia en esta sección corresponde a días hábiles.

La consulta ciudadana también fue realizada en forma presencial en todas las capitales regionales, a través de talleres en los cuales se establecieron tres mesas temáticas según tipo de medidas: 1) Adaptación; 2) Mitigación y Economía Circular; y 3) Inclusivas y Género Responsivas. La convocatoria a estas instancias fue abierta, orientada especialmente hacia la participación de representantes del sector privado, sector público (MOP, otros ministerios, Gobiernos Regionales y municipios), academia y sociedad civil organizada. Para cerrar esta etapa, se difundió el anteproyecto del Plan en el contexto del Primer Seminario de Sostenibilidad MOP en la ciudad de Santiago, el cual contó con la participación de las Ministras de Obras Públicas y de Medio Ambiente.

Las observaciones recibidas fueron analizadas, sistematizadas e integradas a la versión definitiva del Plan, en la medida que fuera pertinente, mejorando sustantivamente tanto en los aspectos de contexto como en la definición de las medidas asociadas a las componentes de adaptación, mitigación y medios de implementación.



Figura 5: Proceso participativo del Plan

Fuente: MOP, 2024

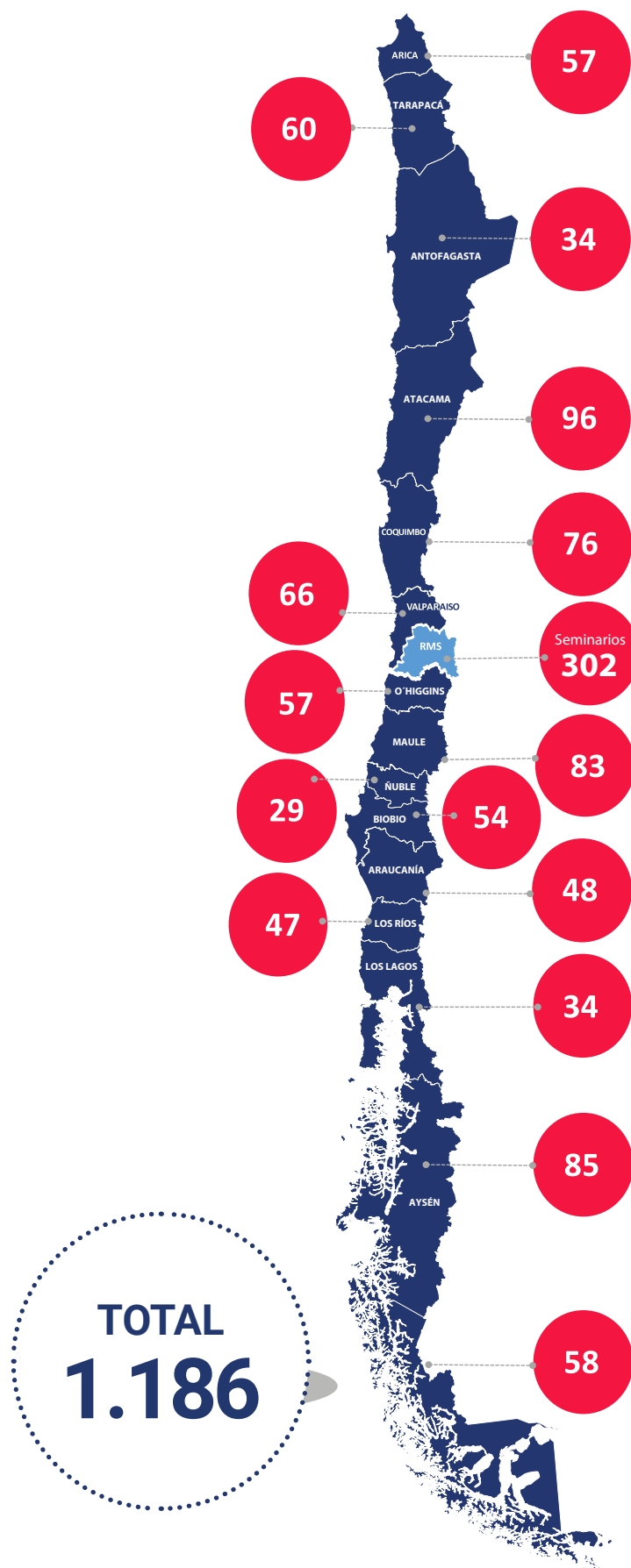


Figura 6: Asistentes al proceso participativo del Plan, por región.

Fuente: MOP, 2024

Tabla 3: Observaciones en las etapas de participación ciudadana temprana y consulta ciudadana.

INSTANCIA	INSTITUCIÓN	OBSERVACIONES		
		TOTALES	GENERALES	ESPECÍFICAS
ETTIC	ASCC	12	1	11
	CONAF	13	1	12
	Subsecretaría Fuerzas Armadas	9	6	3
	DIRECTEMAR	4	1	3
	DMC	3	1	2
	MINAGRI	6	2	4
	MINVU	10	0	10
	MTT	11	3	8
	SUBPESCA	2	0	2
	SENAPRED	116	4	112
	MINECON / SERNATUR	11	4	7
	SEA	2	0	2
	Subtotal ETICC	199	23	176
Enviadas en forma directa por instituciones	MINECON (correo electrónico)	6	1	5
	CONADI (Oficio)	10	0	10
	MMA (Oficio)	166	52	114
Consejo Consultivo Medio Ambiente	Consejo Consultivo Medio Ambiente	26	0	26
Comité Científico Asesor	Comité Científico Asesor	44	2	42
Repositorio consulta ciudadana	Repositorio consulta ciudadana	115	16	99
TOTAL		566	94	472

Fuente: MOP, 2024

2

DIAGNÓSTICO SECTORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO





A lo largo de su historia reciente, y previo a la caracterización del sector, el Ministerio de Obras Públicas ha materializado diversos proyectos que contribuyen a reducir las vulnerabilidades de los territorios frente a amenazas de origen hidrometeorológico, exacerbadas por el cambio climático, con iniciativas emblemáticas que han reducido considerablemente el riesgo de desastres. Ejemplos de ello lo constituyen el Parque Inundable Víctor Jara en la Región Metropolitana de Santiago y las obras de protección ante marejadas en Avenida Perú de Viña del Mar, en la Región de Valparaíso.

Adicionalmente, desde 2022, el Ministerio cuenta con un instructivo actualizado, denominado Procedimiento de Marcación en Sistema Exploratorio para Iniciativas de Inversión vinculadas con Cambio Climático, que tiene por objetivo identificar, en el proceso de gestión de inversión ministerial, los proyectos de infraestructura y edificación pública que están vinculados con adaptación, mitigación y Economía Circular. De esta manera, se puede identificar año a año la contribución del MOP, directa e indirecta, en el porcentaje de proyectos de la cartera ministerial que se ejecutan en pos del cambio climático. A modo referencial, la nómina de respaldo del proyecto de Ley de Presupuestos 2025 contiene 2.031 proyectos a lo largo de Chile, de los cuales 788 están relacionados con cambio climático según el proceso de marcación antes indicado, lo que representa 39% del total de proyectos.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES DEL SECTOR

En Chile no existen cifras oficiales que den cuenta de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector construcción. Ello es atribuible a que el sector construcción como tal no está representado en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) como categoría, sino que está contenido en la categoría de energía, a través de la subcategoría denominada Industrias Manufactureras y de la Construcción, dificultando la obtención de información que permita contar con datos agregados del rubro. Específicamente, se consideran los distintos materiales que proveen al sector, como lo son: el acero, cemento y vidrio, entre otros.

Respecto de la información disponible, según análisis de la Cámara Chilena de la Construcción (2019), asumiendo que la totalidad de la producción nacional de cemento, hierro, acero, vidrio y alquitrán (y por ende asfalto) se utiliza en la construcción, la elaboración y producción de insumos relevantes alcanzaría un 7,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país. Al incorporar la importación de cemento, la emisión aumenta al 8,3%.

Adicionalmente, de acuerdo con el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero del Ministerio del Medio Ambiente (2024), la emisión del transporte de carga y el uso de maquinaria especializada contribuye con un 8,7% de las emisiones a nivel nacional. Asimismo, las emisiones relacionadas al uso de energía del sector comercial, público y residencial alcanzan el 5,8% de las emisiones totales.

Con todo lo anterior, el sector construcción podría potencialmente participar en cerca de 22,8% del total de las emisiones GEI del país.

2.2 ANÁLISIS DE TENDENCIAS DEL SECTOR

En consideración a lo indicado anteriormente, se presenta a continuación la tendencia de emisiones de CO₂ respecto a la subcategoría Industrias Manufacturera y de la Construcción, para lo cual se analizó el "Informe del Inventario Nacional de Chile 2022: Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2020" (MMA, 2023).

En la tabla 4 y figura 7, se aprecia que, en la categoría de energía, la subcategoría referida a la construcción, 1.A.2, se ha mantenido relativamente constante desde el año 2013 al 2020, con emisiones estimadas en torno a las 15.000 (kt CO₂ eq), evidenciando una oportunidad para trabajar en el rubro de la construcción y sumar mayores esfuerzos de mitigación. Acá resulta de particular relevancia el rol que cumplen los Ministerios de Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo, instituciones que a través de sus políticas públicas pueden generar condiciones habilitantes para el desarrollo de obras y viviendas bajas en emisiones, propiciando movilizar al mercado de materiales, productos y tecnologías.

Tabla 4: Sector Energía: emisiones de GEI (kt CO₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2020.

SUBCATEGORÍA	1990	2000	2010	2013	2016	2018	2020
1.A.1 Industrias de la energía	9.037,7	15.259,9	24.830,6	29.934,6	32.175,8	30.815,0	29.841,6
1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	8.518,4	12.316,2	12.298,4	15.085,5	15.924,2	15.660,9	15.528,2
1.A.3 Transporte	9.246,3	17.365,7	20.680,0	24.548,9	26.592,8	28.807,3	26.114,2
1.A.4 Otros sectores	3.993,2	5.273,6	6.687,6	6.261,3	7.347,1	7.935,4	7.389,6
1.A.5 No especificado	-	-	18,6	140,8	8,8	4,2	2,5
1.B.1 Combustibles sólidos	855,5	131,8	71,0	163,6	137,2	92,8	18,6
1.B.2 Petróleo y gas natural	1.685,0	1.465,7	1.164,7	955,7	915,5	887,3	829,6
TOTAL	33.336,1	51.812,9	65.751,0	77.090,6	83.101,5	84.202,9	79.724,3

Fuente: MMA, 2023

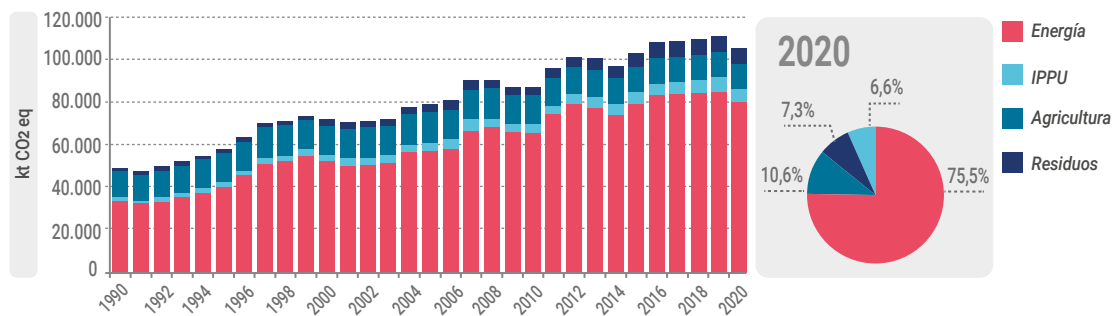


Figura 7: INGEI de Chile: emisiones de GEI totales (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2020.

Fuente: MMA, 2023

Respecto de la tendencia del consumo energético, cabe mencionar que “el consumo bruto de energía primaria en Chile está compuesto principalmente por combustibles de origen fósil. En 2020, el petróleo crudo representó un 29%, seguido por la leña y biomasa con un 25%, carbón con 23%, gas natural con 15% y el restante 9% correspondiente a otras energías renovables incluyendo hidroeléctrica, eólica, solar, geotermia y biogás” (MMA, 2023).

De las actividades de quema de combustible, la categoría de energía incluye las subcategorías de:

- 1. A.1. Industrias de la energía.
- 1. A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.
- 1. A.3. Transporte.
- 1. A.4. Otros sectores.
- 1. A.5. No especificado.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones producidas para la generación de energía y la producción de combustible. De acuerdo con el Balance Nacional de Energía (BNE), la quema de combustible en Chile se divide en cuatro sectores:

- Sistema energético (Centros de transformación y sector energético).
- Transporte.
- Industrias y minería.
- Comercial, público y residencial.

De acuerdo a lo indicado antes, el sector de la construcción queda representado en el INGEI por la subcategoría 1.A.2 y por BNE en industrias y minería.

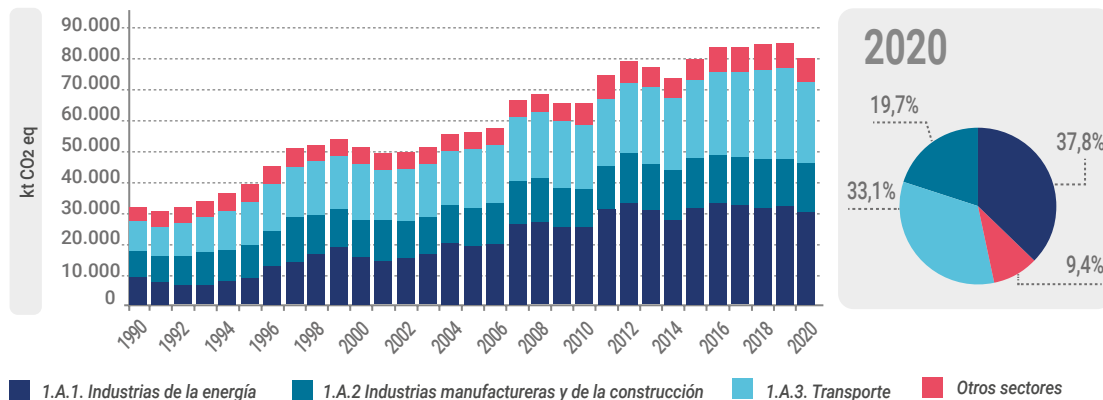


Figura 8: Actividades de quema de combustible: emisiones de GEI (kt CO₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2020.

Fuente: Equipo MMA, 2023

Es decir, la construcción es reconocida en la política pública como un sector importante en las emisiones de GEI del país, aun cuando es preciso contar con mejor data, levantando línea base, asociada al menos al uso de materiales intensivo en emisiones, tecnologías empleadas y al transporte asociado a los procesos constructivos, de modo de recoger de manera integrada el aporte que este sector puede contribuir en la meta de carbono neutralidad del país.

2.2.1 ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE LARGO PLAZO, ATRIBUCIÓN SECTORIAL

En lo relativo al MOP, el Ministerio es reconocido como habilitante para el desarrollo del sector construcción, por sus competencias en términos de normativas y requisitos para la implementación de infraestructura y edificación pública. En específico, la ECLP del año 2021 lo considera una de las autoridades sectoriales que tendrán la obligación de cumplir con presupuestos sectoriales, por medio de la implementación de Planes Sectoriales de Mitigación, en concordancia con lo establecido además en la LMCC.

De acuerdo a la tendencia de las emisiones de GEI por autoridad sectorial para los últimos años (tabla 5 y figura 6), de acuerdo con la asignación establecida y los datos del inventario al 2020, el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT) posee las principales fuentes de emisión (26,0%); seguido de las fuentes del Ministerio de Energía (MEN) (25,1%); las del Ministerio de Minería (MINMINERÍA) (17,5%); las del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) (11,6%); las de Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (9,5%); las del Ministerio de Salud (MINSAL) (6,0%) y, por último, las asignadas al MOP (4,2%). La distribución responde a que el MTT es responsable de las emisiones de la subcategoría Transporte (1.A.3.), que al 2020 representan el 24,7% de las emisiones de GEI totales del país, mientras que el MEN es responsable de una parte de las emisiones relacionadas con la industria de la energía y la industria manufacturera del país.

Tabla 5: INGEI de Chile: emisiones de GEI (Mt CO₂ eq) por autoridad, serie 2010-2020.

AUTORIDAD SECTORIAL	2010	2012	2014	2016	2018	2020
MINVU	7,8	8,7	8,1	9,5	9,7	10,0
MEN	21,1	28,9	26,0	28,1	28,2	26,5
MINAGRI	14,3	13,7	13,2	13,2	12,7	12,2
MTT	21,2	23,4	24,3	27,7	30,1	27,5
MINMINERÍA	15,6	18,4	17,0	19,2	18,5	18,5
MOP	4,0	4,7	4,2	5,2	4,6	4,5
MINSAL	2,8	3,2	4,1	4,6	5,6	6,3
TOTAL	86,9	101,0	96,8	107,5	109,4	105,5

Fuente: MMA, 2023

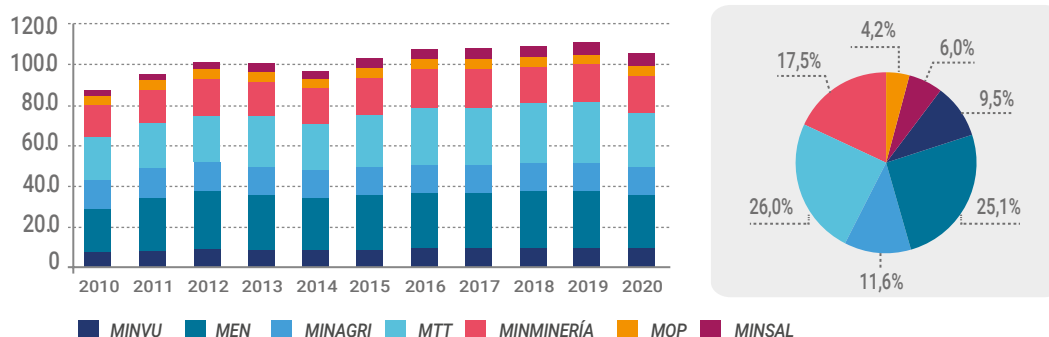


Figura 9: INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI (Mt CO₂ eq) por autoridad, serie 2010-2020.

Fuente: MMA, 2023

Tal como se ha indicado, el MOP es una de las siete autoridades sectoriales responsables de implementar los planes de mitigación al cambio climático, con compromisos en la ECLP para contribuir a la meta de carbono neutralidad. Específicamente, el presupuesto nacional de emisiones de gases efecto invernadero al año 2030 y al 2050 corresponde a 1.100 ton CO₂eq y los presupuestos sectoriales se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 6: Asignación sectorial del presupuesto de emisiones del período 2020-2030 (MtonCO₂eq).

AUTORIDAD SECTORIAL	Escenario referencia NDC 2020-2030	Esfuerzo indicativo de mitigación 2020-2030	Presupuesto de emisiones 2020-2030
Ministerio de Energía	306,4	38,9	267,5
Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	305,9	2,8	303,1
Ministerio de Minería	180,9	6,8	174,1
Ministerio de Agricultura	123,4	1,0	122,4
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	100,1	4,8	95,3
Ministerio de Salud	53,6	2,4	51,1
Ministerio de Obras Públicas	48,3	0,7	47,6
TOTAL (Meta NDC)			1.100

Fuente: ECLP Actualizada

La participación de las emisiones sectoriales atribuidas al MOP respecto del total de emisiones a nivel nacional es de 3,94% del presupuesto de carbono nacional.

Tabla 7: Línea base MOP por cada componente del INGEI, para el año 2018.

COMPONENTE		kt Co ₂ eq	INCIDENCIA EN EL TOTAL
1.A.4.a	Comercial/Institucional	2.510,5	41,70%
2.A.1	Producción de cemento	782,2	12,99%
2.A.3	Producción de vidrio	112,9	1,88%
2.C.1	Producción de hierro y acero	513,7	8,53%
2.C.5	Producción de plomo	5,4	0,09%
5.D.1	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	1.738	28,87%
5.D.2	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	357,6	5,94%
TOTAL		6.020	100%

Fuente: Presupuesto ECLP Chile 2050, MOP 2024

2.3 ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DEL SECTOR

El principio bajo el cual se determinó la asignación de subcategorías de emisiones del INGEI fue la capacidad de acción de cada una de las autoridades sectoriales establecidas en la LMCC como encargadas de desarrollar Planes de Mitigación del Cambio Climático.

Para ello, se realizó un análisis de correspondencia entre las categorías de las proyecciones del escenario de línea base, ya que éstas se realizan en base el Balance Energético Nacional. Debido a ello, las categorías de las proyecciones difieren levemente de las categorías del INGEI; en algunos casos las subcategorías del INGEI tienen una desagregación mayor, como es el caso de las emisiones de IPPU; mientras que en la quema de combustible en el sector comercial/institucional, la categorización de las proyecciones es más específica.

La tabla 8 presenta el resultado de esta relación, así como el tipo de asignación total, parcial o nula, siendo esta última aquella en que el Ministerio no tiene participación. Esto considera que la mayoría de las categorías de las proyecciones fueron asignadas de manera total a un solo ministerio, con excepción de la categoría generación de electricidad, distribuida entre todas las autoridades.

Tabla 8: Asignación original de categorías del INGEI al MOP.

SUBCATEGORÍA INGEI	Categoría de la proyección de emisiones bajo escenario de línea base	Tipo de asignación
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	Energía – Electricidad transporte	Nula
	Energía – Electricidad comercial	Nula
	Energía – Electricidad consumo propio	Nula
	Energía – Electricidad residencial	Nula
	Energía – Electricidad minería	Nula
	Energía – Electricidad industria	Nula
	Energía – Electricidad público	Total
	Energía – Electricidad agricultura	Nula
1.A.4.a. Comercial / Institucional	Energía - Público	Total
	Energía - Comercial	Nula
2.A.1. Producción de cemento	Procesos Industrias y Uso de productos (IPPU)	Total
2.A.3. Producción de vidrio		Total
2.C.1. Producción de hierro y acero		Total
2.C.2. Producción de ferroaleaciones		Total
2.C.5. Producción de plomo (MOP)		Total
5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Residuos Agua	Total
5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales		Total

Fuente: Estudio Análisis para el cumplimiento de los compromisos MOP en mitigación establecidos en la ECLP, MOP 2024

Como resultado del proceso de desarrollo de la ECLP, al MOP le fueron asignadas 9 subcategorías del INGEI. Tres de ellas se encuentran asociadas a categorías definidas como principales según el 5º Informe Bienal de Actualización (MMA, 2022): 1.A.1 Industrias de la energía; 2.A.1. Producción de cemento; 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas. En particular, la categoría 2.A.1 Producción de cemento, no solo contribuye significativamente a las emisiones totales del país, sino que además se encuentra dentro de las industrias reconocidas a nivel mundial por ser difíciles de abatir, debido a la escasa disponibilidad de tecnologías adecuadas y factibles (Bloomberg Philanthropies, 2023). Esto ha sido considerado como criterio de priorización a la hora de dirigir esfuerzos de mitigación.

El análisis interno ha detectado categorías con incidencias directas e indirectas, reflejadas en las tablas 9 y 10.

Tabla 9: Categorías asignadas al MOP con participación directa.

COMPONENTE		kt CO ₂ eq	Incidencia en el total
1.A.4.a. Comercial / Institucional- Quema de combustible en edificios comerciales e institucionales	Dirección General de Concesiones	Hospitales, aeropuertos, penitenciaria, edificación pública	Bases de Licitación - Bases Técnicas
	Dirección de Arquitectura	Obras de infraestructura en espacios públicos, edificación pública	Estándares del MOP vinculantes a las licitaciones
	Dirección de Aeropuertos	Aeropuertos, aeródromos	
5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales - Emisiones de CH ₄ y N ₂ O	Dirección de Aeropuertos	Aeropuertos	Bases de Licitación - Bases Técnicas
	Dirección General de Concesiones		

Fuente: Estudio Análisis para el cumplimiento de los compromisos MOP en mitigación establecidos en la ECLP, MOP 2024

Respecto de esta asignación se han identificado ciertas brechas. Por ejemplo, categorías atribuidas al MOP en las cuales su injerencia es nula, o categorías que no le fueron asignadas, en donde el MOP podría actuar para la disminución de emisiones, como es el caso de la categoría 2.C.2. Producción de ferroaleaciones - Proceso de producción de ferroaleaciones y categoría 2.C.5. Producción de plomo - Fundición de chatarra de plomo de las baterías ácidas.

Con estos antecedentes, al MOP le corresponde un rol de promoción para la disminución de emisiones, toda vez que requiere de insumos descritos anteriormente para el desarrollo y materialización de los diversos proyectos de infraestructura y edificación pública que se construyen. Por ello, resulta de vital importancia avanzar en la promoción de la sostenibilidad en la industria de la construcción, contribuyendo a la reducción de emisiones del sector.

Tabla 10: Categorías asignadas al MOP con participación indirecta.

CATEGORÍA INGEI	Direcciones del MOP	Tipo de proyectos	Instrumento
1.A.1.a.i. Generación de electricidad - Público	Dirección General de Concesiones	Todos	Bases de Licitación Bases Técnicas
	Dirección de Vialidad	Todos	TdR estandarizados con parámetros de eficiencia energética y confort ambiental, para licitaciones de diseño y obra
	Dirección de Aeropuertos	Todos	
	Dirección de Arquitectura	Todos	
2.A.1. Producción de cemento - Producción del clinker	Todas las direcciones del MOP de la Tabla 1	Todas	Bases de Licitación Bases Técnicas
2.A.3. Producción de vidrio - Fundición de materias primas del vidrio	Dirección General de Concesiones	Hospitales, aeropuertos, penitenciaria, edificación pública	Bases de Licitación Bases Técnicas
	Dirección de Aeropuertos	Aeropuertos	
	Dirección de Arquitectura	Obras de infraestructura en espacios públicos, edificación pública	
2.C.1. Producción de hierro y acero - Emisiones asociadas al contenido de carbono en materias primas y productos de salida	Todas las direcciones del MOP de la Tabla 1	Todas	Bases de Licitación Bases Técnicas Manual de Carreteras - Volumen N°9 Estudios y Criterios Ambientales en Proyectos Viales
5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas - Emisiones de CH ₄ y N ₂ O	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	Empresas concesionarias que prestan los servicios de agua potable y alcantarillado	Incentivos

Fuente: Estudio Análisis para el cumplimiento de los compromisos MOP en mitigación establecidos en la ECLP, MOP 2024

Las medidas habilitantes que permiten esta contribución son las siguientes:

- **Medición y gestión de HdC con enfoque de ciclo de vida en obras de infraestructura y edificación pública del MOP:** Consiste en incluir en las Bases de Licitación un requisito para integrar un programa de cálculo y gestión de la HdC a lo largo de todas las etapas de diseño, construcción y operación en los proyectos de edificación pública e infraestructura, en la medida que sea factible. Se considera prioritaria, ya que engloba a las demás medidas propuestas y promueve la gestión de HdC desde la etapa de diseño. Existe disponibilidad tecnológica y actualmente el MOP se encuentra desarrollando acciones en esta línea de trabajo.

- **Optimización de la eficiencia energética e integración de ERNC en edificios públicos existentes bajo el control operativo del MOP:** Se busca implementar medidas de eficiencia energética e integrar las ERNC en edificios del MOP ya construidos, los cuales se encuentran bajo la administración de la Subsecretaría de Obras Públicas en las diferentes Secretarías Regionales Ministeriales del MOP y de las Direcciones MOP a nivel nacional y regional según corresponda. La medida, con foco en instalaciones bajo el control operativo del MOP, podría iniciar su implementación una vez se realicen los diagnósticos energéticos en los edificios MOP priorizados. Posteriormente, se considera imprescindible el diseño y socialización de un plan de intervención para incorporar mejoras pertinentes (eficiencia energética, ERNC, entre otros) en estos edificios.
- **Diseño pasivo, eficiencia energética y ERNC en el ciclo de vida de nuevas obras de infraestructura y edificación pública construidas por el MOP:** Se promueve continuar con el desarrollo de criterios de diseño pasivo, así como también en la incorporación de eficiencia energética, Energías Renovables No Convencionales - ERNC, estandarizados en todas las etapas de los proyectos de infraestructura y edificación pública en las Bases de Licitación del MOP para nuevos proyectos. Esta medida podría implicar un escenario de mayor reducción de emisiones frente al convencional, para lo cual es necesario revisar la cartera de proyectos de edificación pública del MOP, realizar el análisis del estado actual de los edificios públicos en cuanto a eficiencia energética y considerar la congruencia de estos nuevos criterios a incluir con los establecidos en el Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética de la Dirección de Arquitectura (DA), así como en los criterios Certificación de Edificación Sustentable (CES) y TdR en cada etapa (diseño, construcción y operación).
- **Uso de materiales con certificación baja en carbono en obras de infraestructura y edificación pública del MOP:** Consiste en modificar las Bases de Licitación en la etapa de diseño y construcción de los futuros proyectos del MOP, incorporando, de manera gradual, el requisito de utilizar un porcentaje específico de materiales de construcción que posean certificaciones de bajo impacto en carbono. Este criterio se aplicará principalmente a materiales como vidrio, cemento y acero, promoviendo así la sostenibilidad en la construcción. Para ello, se realizarán estudios técnicos durante los primeros años del Plan, para evaluar la oferta de materiales con certificación baja en carbono, tanto a nivel nacional como internacional, antes de modificar las Bases de Licitación. Además, es importante sensibilizar a los contratistas para aumentar su confianza en estos materiales y fomentar su uso en paralelo con la implementación de la medida.
- **Gestión de las emisiones de GEI asociadas al transporte de los residuos de construcción y demolición en obras del MOP:** Para ello, se requiere conocer de manera efectiva el estado actual de gestión de los RCD que realiza el MOP. Adicionalmente, promover, sistematizar y fiscalizar los instrumentos de reporte existentes (como, por ejemplo, la Ficha Mensual para la Gestión de los RCD) para finalmente, reaprovechar los RCD aptos en nuevas obras del MOP. Dado el enfoque de la medida y su estrecha relación con los instrumentos de gestión de RCD con los que cuenta el MOP, es necesario ejecutar acciones que permitan masificar el uso de la Ficha de Gestión RCD en todas las obras del MOP y las acciones habilitantes para implementar los bancos de materiales regionales. Por otro lado, es necesario sistematizar la información que contienen dichas fichas, ya que actualmente no se manejan estadísticas al respecto (m³ totales, m³ por tipo de obra, caracterización de los

RCD, etc.). De manera general, serán necesarios análisis Ad-Hoc para determinar en qué obras es viable (geográfica, ambiental, técnica y económicamente) realizar el mecanismo de reaprovechamiento propuesto.

Con el desarrollo de las medidas anteriormente descritas, se cuenta con la siguiente estimación de potencial de reducción de emisiones del sector infraestructura y edificación pública, según siguiente tabla 11:

Tabla 11: Esfuerzos de mitigación de las medidas de mitigación del MOP (escenarios realista y optimista) 2020-2030.

N°	MEDIDA	Potencial de reducción 2020-2024 (Mt CO ₂ eq)	Potencial de reducción 2025-2030			
			Escenario realista (Mt CO ₂ eq)	Escenario realista (%)	Escenario optimista (Mt CO ₂ eq)	Escenario optimista (%)
1	Medición y gestión de HdC con enfoque de ciclo de vida en obras de infraestructura y edificación pública del MOP	0	0	-	0	-
2	Optimización de la eficiencia energética e integración de ERNC en edificios públicos existentes bajo el control operativo del MOP	0	0,007	1%	0,0184	4%
3	Diseño pasivo, eficiencia energética y ERNC en el ciclo de vida de las obras de infraestructura y edificación pública del MOP	0,0283	0,084	16%	0,1145	22%
4	Uso de materiales con certificación bajo en carbono en obras de infraestructura y edificación pública del MOP	0,0004	0,120	23%	0,2304	44%
5	Tecnologías y/o métodos constructivos que optimicen la cantidad de material en obras de pavimentación	0	0,029	6%	0,0465	9%
6	Gestión de las emisiones de GEI asociadas al transporte de los residuos de la construcción y demolición en obras del MOP	0,0153	0,283	54%	0,3587	69%
Total		0,044	0,525	100,2%	0,768	146,7%

Fuente: Estudio Análisis para el cumplimiento de los compromisos MOP en mitigación establecidos en la ECLP, MOP 2024

2.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS

La caracterización del riesgo climático de los servicios de infraestructura y edificación pública se realiza desde el enfoque de riesgo climático planteado por el IPCC (2014), mostrado de manera esquemática en la siguiente figura.

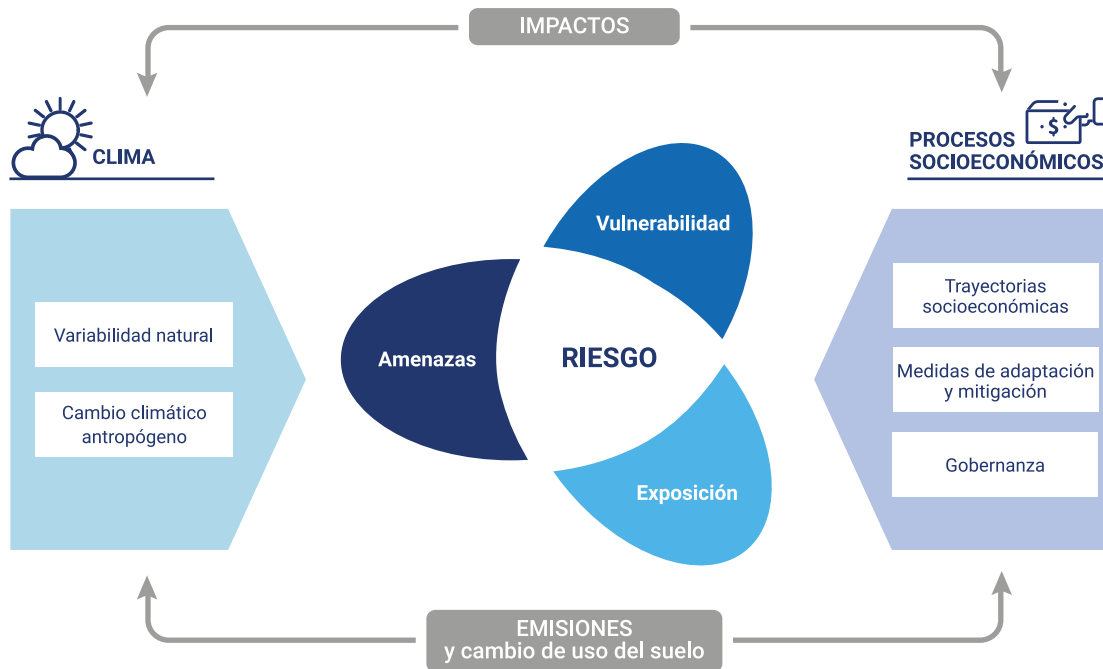


Figura 10: El riesgo climático y sus componentes
Fuente: IPCC, 2014

Tal como se aprecia en la figura 9, el riesgo climático tiene tres componentes:

- **Amenazas:** Fenómeno climático con el potencial de producir efectos adversos.
- **Exposición:** Presencia del sistema analizado que podría verse afectado negativamente.
- **Vulnerabilidad climática:** Factores que predisponen a un sistema a verse afectado negativamente, compuesto a su vez por la Sensibilidad (correspondiente a atributos materiales, sociales, económicos y culturales del sistema analizado), y la Adaptación (definida como la capacidad de las personas, instituciones, organizaciones y sectores para enfrentar, gestionar y superar las condiciones adversas).

Cabe destacar que la manera de caracterizar el riesgo climático y sus componentes es mediante la construcción de cadenas de impacto, correspondiente a una metodología que permite identificar las interacciones que ocurren desde la amenaza climática hasta los impactos en los sistemas analizados (MMA, 2020).

En específico, en Chile el proyecto ARClím (MMA, 2020) desarrolla cadenas de impacto para 12 sistemas humanos y productivos. Utilizando las cadenas de impacto existentes en ARClím que tienen una relación al menos indirecta con el sector infraestructura y edificación (se identificaron 16 cadenas de impacto relacionadas), tanto el Explorador de Amenazas

Climáticas y otras fuentes de información, como los Reportes Anuales de la Evolución del Clima en Chile de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC, 2023), han logrado identificar amenazas climáticas categorizadas por macrozona, las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12: Amenazas climáticas y su significancia por macrozona sobre los servicios de infraestructura y edificación pública.

AMENAZAS	INDICADORES	Norte*	Centro	Sur	Austral
Sequías	Frecuencia de sequía	A**	A	B	
Incendios forestales	Días calurosos (>30°C)		A	A	
Vaciamiento de lagos glaciares	Nivel de lagos glaciares				A
Marejadas	% de excedencia del límite operacional	B	A	C	
Inundaciones	Lluvia máxima diaria	A	A	B	B
Incremento del nivel del mar	Cambio en la cota de inundación	B	A	A	
Acidificación del mar	pH del mar	B	B	B	B
Remociones en masa	Frecuencia de aluviones	A	B	B	C
Precipitación intensa	Días de precipitación intensa	C	B	A	A
Tormentas de arena	-	B			
Tormenta subtropical	-		C		
Olas de calor	Olas de calor >30°C	B	A	C	
Altas temperaturas	Días cálidos	A	A	A	B
Tormentas de nieve	Nieve máxima diaria		B		B
Vientos fuertes	Viento máximo diario	B	B	C	A
Heladas	Días de hielo bajo 0°C	C	B		B
Trombas marinas	Escala TORRO			C	
Erosión del suelo	Tasa de erosión	A	A	B	B
Erosión costera	Tasa de erosión/ cambio	A	B	B	

*Macrozonas consideradas para el análisis: Norte (Arica y Paríacota hasta Coquimbo), Centro (Valparaíso hasta Maule), Sur: (Ñuble hasta Los Lagos), Austral (Aysén y Magallanes).

**Escala de significancia, basada en la incidencia del evento y su proyección a largo plazo: A (Más significativo), B (Moderadamente significativo), C (Poco significativo).

Fuente: MOP, 2024

Tal como se aprecia en la tabla anterior, las amenazas más significativas y transversales a todas las macrozonas para el sector infraestructura tienen relación con aquellas vinculadas al recurso hídrico, ya sea por exceso de precipitación, como desencadenante de fenómenos de inundación, crecidas, remoción en masa, entre otros; así como por déficit de precipitación, generando impactos por sequía y poca disponibilidad del recurso hídrico. También destacan amenazas vinculadas temperatura, vientos extremos y variables costeras.

Para mayor comprensión de la distribución geográfica de una de las amenazas relevantes para el sector infraestructura, la figura 10 muestra la distribución geográfica anual y por temporadas del 2023 de las anomalías de temperaturas extremas. En ella se aprecia que las temperaturas máximas anuales han aumentado por sobre 2°C respecto del periodo histórico 1981 – 2010, en gran parte del territorio comprendido entre las regiones de Arica y Parinacota y Ñuble. Así también, respecto de las anomalías en las temperaturas mínimas del 2023, destaca un aumento significativo de las temperaturas mínimas observadas durante la temporada de junio a agosto, lo que explica la ocurrencia de fenómenos de precipitación cálida, como los de junio y agosto de 2023 con gran impacto en la zona central de Chile, sobre todo en la Región del Maule.

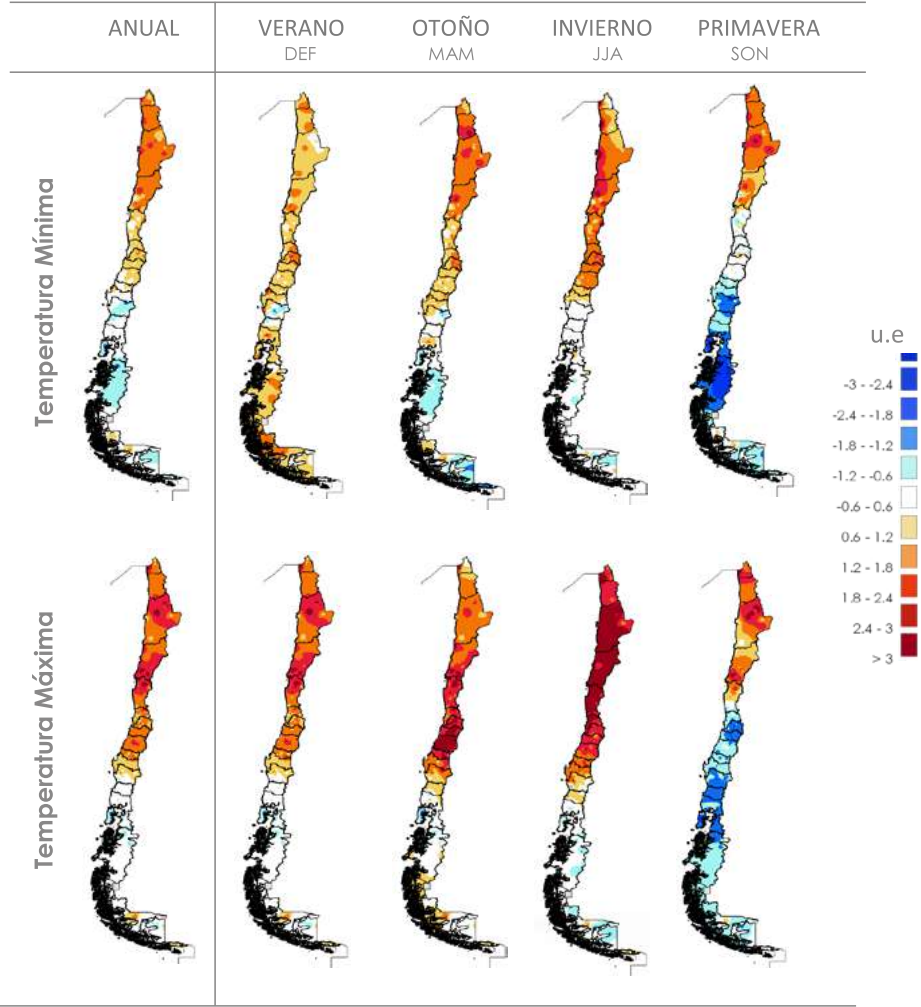


Figura 11 : Mapas anuales y estacionales de anomalías estandarizadas de la temperatura mínima y máxima, respecto al promedio 1981-2010.
Fuente: DMC, 2024.

Luego, se entenderá por impacto a la secuencia de cadenas de causa-efecto desde la amenaza climática hasta el riesgo. Esta definición implica que, entre la amenaza y su consecuencia final, generalmente existen una serie de impactos intermedios que también deben ser considerados. En la siguiente tabla se detallan algunos de los impactos identificados para el sector infraestructura y edificación pública.

Tabla 13: Potenciales impactos de las amenazas climáticas sobre los servicios de infraestructura y edificación pública.

AMENAZA	Conectividad	Protección del territorio frente a eventos extremos	Edificación pública sustentable y resiliente
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> Contracción y agrietamiento afectando estabilidad Asentamiento diferencial en carreteras 	<ul style="list-style-type: none"> Interrupción en suministro de agua potable Reducción de la disponibilidad de agua en los embalses 	<ul style="list-style-type: none"> Interrupción en suministro de agua potable Asentamiento diferencial en edificios
Olas de Calor/ Altas temperaturas	<ul style="list-style-type: none"> Afectación de la estabilidad estructural de puentes y túneles Interrupción de vías terrestres y servicios de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Estanques derretidos, cañerías afectadas Reducción de la disponibilidad de agua en los embalses Interrupción en suministro de agua potable 	<ul style="list-style-type: none"> Destrucción de infraestructura y edificaciones Restricciones en la operación de la infraestructura debido a consideraciones de seguridad y salud
Incendios forestales y urbanos	<ul style="list-style-type: none"> Destrucción de infraestructura Interrupción de vías terrestres y servicios de transporte Reducción de visibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Destrucción de infraestructura Estanques derretidos, cañerías afectadas Pérdida de ecosistemas Contaminación de cauces con cenizas o materiales vegetales quemados 	<ul style="list-style-type: none"> Destrucción de infraestructura Riesgos a la salud en edificaciones públicas (hospitales y cárceles) Pérdidas de ecosistemas
Marejadas	<ul style="list-style-type: none"> Interrupción de operaciones portuarias y vías de comunicación Interrupción de rutas costeras Daños en la infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> Arrastre de sedimentos y pérdida de playas Desborde de los ríos en las desembocaduras con potencial afectación de sistemas de riego y colectores de aguas de lluvia en zonas costeras Afección de la dinámica natural de los estuarios 	<ul style="list-style-type: none"> Daños estructurales y funcionales por la fuerza de agua y los sedimentos
Incremento del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> Obstrucción y afectación de infraestructura. Interrupción del tráfico y el comercio Mayores costos de mantenimiento y adaptación 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento vulnerabilidad zonas costeras a inundaciones y erosión Mayores costos de mantenimiento y adaptación 	<ul style="list-style-type: none"> Anegación en edificios Inundación parcial o total de edificios Disminución del área permitida para edificación habitable
Acidificación del mar	<ul style="list-style-type: none"> Carbonatación del hormigón de infraestructura costera y vías terrestres Compromete la seguridad y funcionalidad de los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> Carbonatación del hormigón de infraestructura de control fluvial Erosión de infraestructuras costeras de protección Aumento de riesgo de inundaciones y erosión costera Intrusión salina 	<ul style="list-style-type: none"> Carbonatación del hormigón de edificios Daños estructurales y estéticos debido a la corrosión de materiales

AMENAZA	Conectividad	Protección del territorio frente a eventos extremos	Edificación pública sustentable y resiliente
Remociones en masa	<ul style="list-style-type: none"> • Interrupción de vías terrestres • Socavamiento de infraestructuras • Inestabilidad del terreno • Afectación de la seguridad y funcionalidad de las vías de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura de compuertas de embalses y de infraestructura de riego • Daños en infraestructura de agua potable 	<ul style="list-style-type: none"> • Destrucción de infraestructura • Erosión y sedimentación del suelo • Inestabilidad del terreno • Aislamiento de comunidades
Precipitación intensa, inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Anegación en vías terrestres • Afectación de la seguridad y funcionalidad de las vías de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrepase y/o destrucción de defensa fluvial • Superación de caudales máximos • Rotura de compuertas de embalses y de infraestructura de riego • Sobrecarga de sistemas de drenaje • Arrastre y acumulación de sedimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Anegación en edificios
Heladas	<ul style="list-style-type: none"> • Daños en infraestructuras expuestas a condiciones extremas • Acumulación de hielo dificulta el tráfico y aumenta el riesgo de accidentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Congelamiento de embalses, canales y tuberías que interrumpen el suministro y disponibilidad de agua potable • Reducción de la eficiencia agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en tuberías y sistemas de agua que provocan interrupciones en el suministro de agua • Incremento de costos de mantenimiento y reparación
Tormentas de arena	<ul style="list-style-type: none"> • Interrupción de vías terrestres 	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción de sistemas fluviales • Superación de caudales máximos 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosión de superficies metálicas en edificaciones
Tormentas de nieve	<ul style="list-style-type: none"> • Interrupción de vías terrestres 	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción de sistemas fluviales, rotura de compuertas de embalses y de infraestructura de riego 	<ul style="list-style-type: none"> • Anegación en edificios • Colapso de estructuras (techos) por peso de nieve
Vientos fuertes	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión de bases de puentes • Interrupción de la conectividad • Problemas de visibilidad • Arrastre de materiales diversos 	<ul style="list-style-type: none"> • En estado de turbulencia pueden causar la superación de caudales máximos 	<ul style="list-style-type: none"> • Voladuras de techo • Interrupción de servicios • Cortes de suministro de luz

Fuente: MOP, 2024

Tal como se aprecia en la tabla anterior, las amenazas climáticas pueden desencadenar múltiples impactos que pueden agruparse, de manera no excluyente, en las siguientes categorías: a) daños eventuales o permanentes a las obras públicas, b) pérdida de infraestructura, c) interrupción del servicio que provee la infraestructura o edificación pública. El aumento de marejadas constituye un ejemplo de amenaza climática que puede derivar en impactos en la infraestructura y en el servicio que esta presta a las comunidades.

2.4.1 RIESGOS CLIMÁTICOS

De acuerdo con lo indicado en las tablas 12 y 13, los riesgos climáticos para el sector infraestructura están relacionados con impactos que provocan pérdidas, daños y/o interrupción de los servicios que proveen las obras públicas. A continuación, se presenta la caracterización del riesgo y sus componentes, analizado por el tipo de amenazas climáticas que los desencadenan. Para el caso de las vulnerabilidades, dado que gran parte de ellas son comunes a varios riesgos climáticos, se presentan de manera integral en el siguiente sub ítem.

2.4.1.1 Riesgo de pérdidas, daños y/o interrupción de los servicios de infraestructura y edificación pública por amenazas climáticas derivadas del exceso de precipitación

Amenazas

El cambio climático implica nuevas tendencias con respecto al régimen de precipitaciones conocidas en Chile. Así, si bien se espera que el país presente una menor precipitación anual, también se espera que los eventos de precipitación sean más concentrados a lo largo del año y acompañados por un patrón de temperaturas distinto al histórico.

Este comportamiento implica, por ejemplo, la existencia de tormentas cálidas con precipitación en forma de lluvia en gran parte del territorio, lo que aumenta el área pluvial aportante de una crecida y, por tanto, con mayores caudales de descarga y arrastres de sedimentos, desencadenando inundaciones, remociones en masa y otros. Eventos de este tipo pueden generar efectos adversos sobre la infraestructura y edificación pública, con impactos sobre la continuidad de los servicios que proveen. Para ejemplificar lo anterior, la siguiente figura presenta la distribución geográfica de los índices de amenazas desarrollados para la cadena de impacto denominada Inundación por Desborde de Ríos, contenida en ARClím. En ella se aprecian los cambios para el periodo proyectado de esta amenaza, apreciándose un aumento de la amenaza para la zona centro del país, entre las regiones de Valparaíso y del Maule, así como también para la zona norte, comprendida entre las regiones de Tarapacá y Coquimbo.

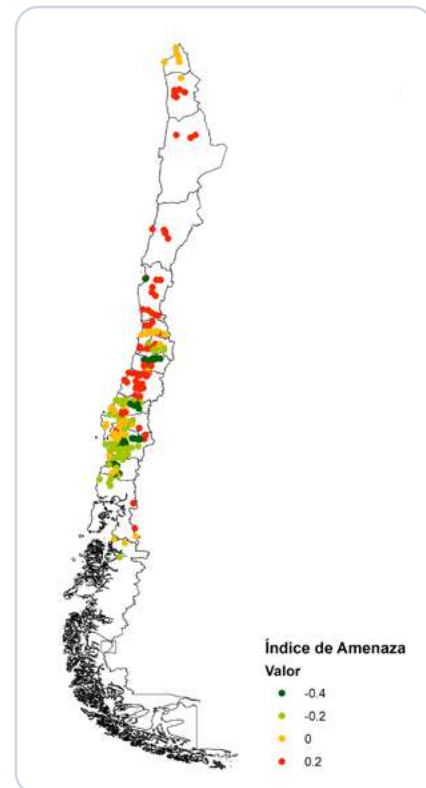


Figura 12: Amenaza a centros urbanos debido al cambio en los eventos de precipitación extrema, entre el periodo presente y futuro. Fuente: MMA, 2020

Exposición

Las precipitaciones en exceso y sus consecuencias tienen impactos sobre los siguientes servicios de infraestructura expuestos, según se visualiza en la siguiente tabla, en que el exceso de precipitación puede afectar a todos los servicios de infraestructura y edificación pública, con impactos relacionados con inundaciones, aluviones y remociones en masa, entre otros.

Tabla 14: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de exceso de precipitaciones.

SERVICIO	TIPO DE OBRA	IMPACTOS
Conectividad	Caminos y carreteras	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de conectividad por Inundaciones• Pérdida de conectividad por eventos de Remoción en masa"
	Puentes	<ul style="list-style-type: none">• Movilidad limitada por nieve/escarcha en los caminos
	Aeropuertos	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de visibilidad• Pérdida de conectividad por inundaciones
	Conectividad portuaria	<ul style="list-style-type: none">• Cierre de muelles/caletas por marejadas
Protección del territorio	Embalses y obras de riego	<ul style="list-style-type: none">• Daños por remoción en masa• Rebalse de infraestructura
	Control aluvional y defensa fluvial	<ul style="list-style-type: none">• Daños por remoción en masa• Rebalse de infraestructura
	Servicios Sanitarios Rurales	<ul style="list-style-type: none">• Daños por remoción en masa• Rebalse de infraestructura
	Drenaje urbano	<ul style="list-style-type: none">• Rebalse de infraestructura• Daños por remoción en masa
Edificación Pública	Edificación Pública	<ul style="list-style-type: none">• Daños por inundaciones• Daños por remoción en masa

Fuente: MOP, 2024

2.4.1.2 Riesgo de pérdidas, daños y/o interrupción de los servicios de infraestructura y edificación pública por amenazas climáticas derivadas del déficit de precipitación

Amenazas

Actualmente Chile es el país de Latinoamérica con mayor estrés hídrico y se proyecta que esta situación se agrave por efecto del cambio climático. La sequía meteorológica es un fenómeno recurrente en la historia de Chile, persistiendo actualmente una mega-sequía que supera las dos décadas. La disminución de las precipitaciones provoca una serie de efectos en los territorios, como la baja disponibilidad hídrica (sequía hidrológica), la pérdida de cultivos y vegetación (sequía agrícola), y mortandad y migración de la fauna existente, así como la sequía a su vez afecta a aquellas obras categorizadas como infraestructura verde y a la vegetación en términos generales, y que actúan como mitigadores naturales frente a eventos climáticos extremos. Más aún, una sequía prolongada es un factor determinante para el avance de la desertificación del país, desde la zona norte hacia la zona central.

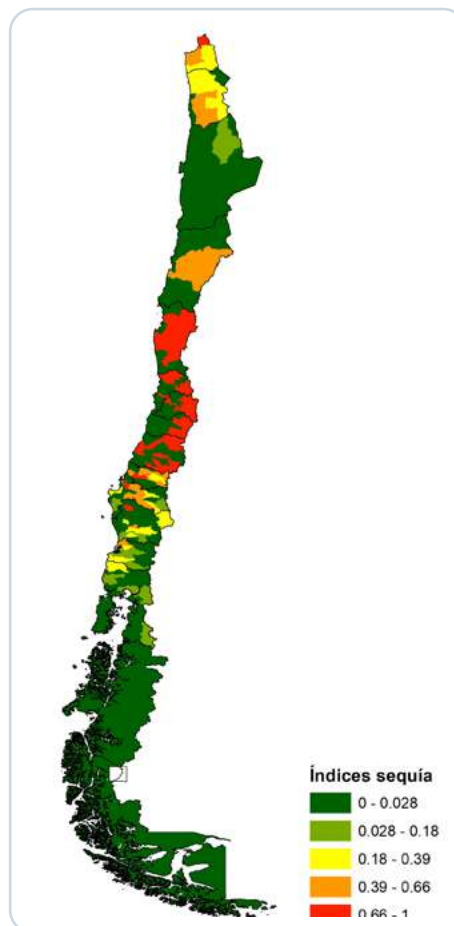
De esta manera, los impactos de la sequía están determinados por su extensión temporal y territorial, así como también por su recurrencia. A diferencia de otros fenómenos climáticos, como las precipitaciones intensas que se caracterizan por eventos específicos, la sequía es identificada como un fenómeno de desarrollo lento y que puede sostenerse en el tiempo. Esta característica impacta sobre los servicios de edificación e infraestructura y los territorios que deben adaptarse a condiciones más secas.

La siguiente figura muestra la distribución geográfica del índice de amenaza combinada futura de sequía hidrológica para el periodo 2025-2060 bajo un escenario de cambio climático RCP 8.5.

En ella se aprecia que la amenaza de sequía será muy severa para la zona central de Chile, entre las regiones de Coquimbo y del Ñuble, lo que es coherente con el escenario histórico, más aún con la distribución de la mega sequía desde la década de 2010.

Figura 13: Distribución geográfica del índice combinado de amenaza futura de sequía hidrológica, periodo 2025-2060.

Fuente: MMA, 2020



Exposición

La siguiente tabla describe los servicios de infraestructura expuestos a sequía. Se destaca el impacto en la infraestructura vial, en específico sobre la calidad del suelo, activando procesos erosivos que generan baches y socavones en los caminos, y dejando expuestos los cimientos de puentes. En cuanto a los servicios de protección del territorio, la poca disponibilidad de agua impacta sobre la capacidad de almacenamiento de embalses y obras de riego, y dificulta el acceso a fuentes de agua para el abastecimiento de agua potable en territorios rurales.

Tabla 15: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de déficit de precipitaciones.

SERVICIO	TIPO DE OBRA	IMPACTOS
Conectividad	Caminos y carreteras	<ul style="list-style-type: none">• Socavones• Erosión del suelo
	Puentes	<ul style="list-style-type: none">• Debilitamiento de los cimientos• Erosión y sedimentación del suelo
Protección del territorio	Embalses y obras de riego	<ul style="list-style-type: none">• Disminución del volumen de agua• Mayor sedimentación.
	Control aluvional y defensa fluvial	<ul style="list-style-type: none">• Sedimentación• Erosión del suelo
	Servicios Sanitarios Rurales	<ul style="list-style-type: none">• Disminución de las fuentes de agua
Edificación Pública	Edificación Pública	<ul style="list-style-type: none">• Menor presión de agua o ausencia del suministro afecta la salubridad de la obra, su uso y funcionamiento

Fuente: MOP, 2024

2.4.1.3 Riesgo de pérdidas, daños y/o interrupción de los servicios de infraestructura y edificación pública por amenazas climáticas derivadas de vientos extremos y variables costeras

Amenazas

El cambio climático produce efectos sobre el comportamiento de los océanos, entre los que destaca el derretimiento de los hielos oceánicos y los polos, lo que genera un aumento del nivel medio del mar y un cambio en la circulación de los oleajes y corrientes marinas. Otro cambio a nivel oceánico tiene relación con su acidificación, con impactos sobre la biodiversidad marina y la infraestructura costeras, generando efectos como la corrosión. Adicionalmente, se espera que producto del cambio climático, ocurran con mayor frecuencia e intensidad los fenómenos de oleajes más fuertes y marejadas en las costas.

Por otra parte, los vientos extremos producen impactos tanto a nivel costero como terrestre, dificultando la operatividad portuaria y aeroportuaria, la seguridad de los puentes y otras estructuras colgantes, y la edificación pública.

En la siguiente figura se aprecia la amenaza alta y muy alta en las caletas de pescadores, desde la región de Antofagasta hasta Valparaíso, a partir del índice de amenaza de aumento de frecuencia de oleaje en el periodo futuro, contenida en la cadena de impacto de ARClím denominada: Aumento de downtime en caletas de pescadores.

Exposición

Los eventos de viento extremo y variables costeras, detallados en la siguiente tabla afectan a los servicios de conectividad y de edificación pública, en tanto, que variables costeras, como las marejadas, el aumento del nivel medio del mar y acidificación del océano afectan a la infraestructura portuaria de conectividad, a las defensas costeras y a la edificación pública situada en la zona litoral.

Figura 14: Índice de aumento en frecuencia de oleaje para el periodo futuro en caletas de pescadores.

Fuente: MMA, 2020

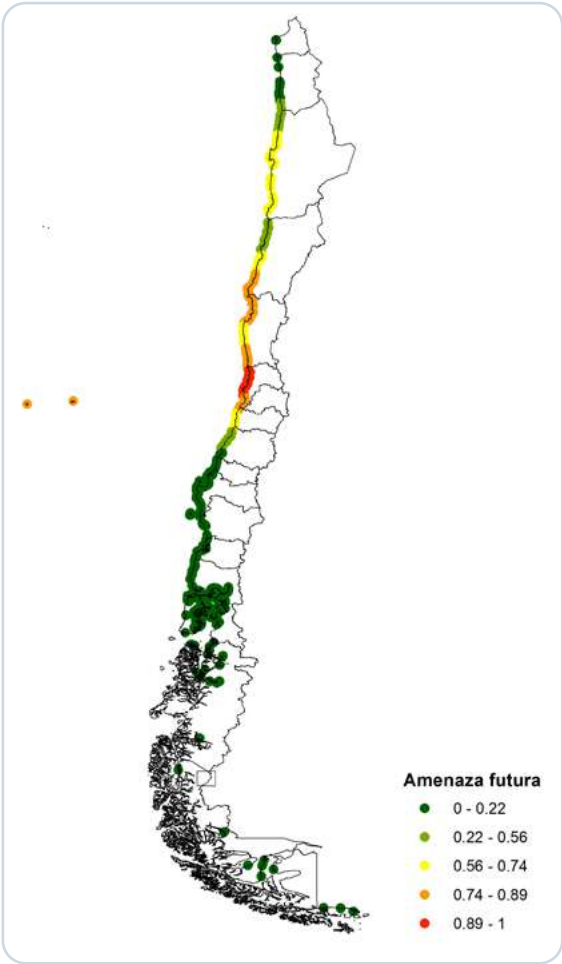


Tabla 16: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de vientos extremos y variables costeras.

SERVICIO	TIPO DE OBRA	IMPACTOS
Conectividad	Puentes	• Daños por vientos extremos • Cierre de operación por vientos extremos
	Aeropuertos	
	Portuaria	• Cierre de operación por vientos extremos • Daños por aumento del nivel medio del mar • Cierre de operación por marejadas
Protección del territorio	Borde costero	• Daños por marejadas • Daños por aumento del nivel medio del mar • Daños por acidificación oceánica
Edificación Pública	Edificación pública	• Daños por vientos extremos • Daños por marejadas • Daños por aumento del nivel medio del mar

Fuente: MOP, 2024

2.4.1.4 Riesgo de pérdidas, daños y/o interrupción de los servicios de infraestructura y edificación pública por amenazas climáticas derivadas de temperaturas extremas

Amenazas

El aumento de la emisión de Gases de Efecto Invernadero a la atmósfera desde la época industrial a la actualidad, tiene como principal consecuencia un aumento sostenido de las temperaturas globales. Una evidencia de lo anterior es que las temperaturas globales registradas en 2023 han sido las más altas registradas en la historia, por sobre 1,4°C respecto de la era preindustrial (OMM, 2024), situación que ha llevado a plantear el inicio de la era de “ebullición global” (PNUD, 2024).

En la figura anterior se aprecia una alta presencia de olas de calor en la zona norte del país y en los valles centrales de la zona centro y centro-sur de Chile, entre las regiones Metropolitana y del Ñuble, según el índice de amenaza futura de olas de calor para el periodo 2025-2060, consistente en el número de días en que se superan los 30°C por tres o más días seguidos. Con respecto a las heladas, éstas aumentan el riesgo de accidentes viales, limitando la movilidad sobre pistas escarchadas o cubiertas de nieve.

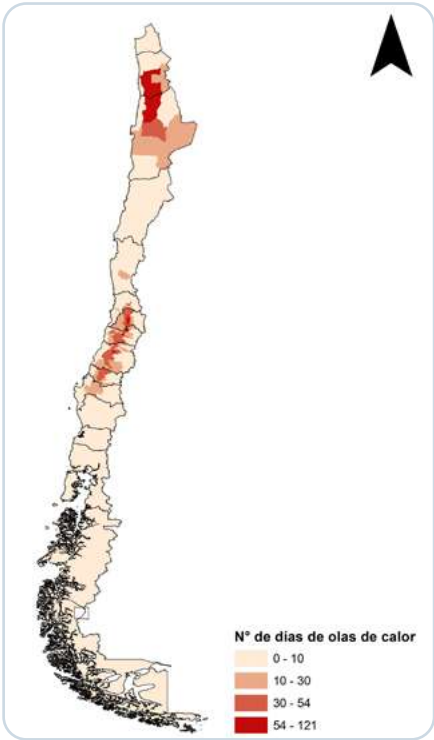


Figura 15: Índice de amenaza futura de ola de calor, periodo 2025-2060.
Fuente: MMA, 2020

Exposición

Las temperaturas extremas impactan a las tres categorías de servicios de infraestructura y edificación pública. Las olas de calor generan efectos sobre la calidad de los asfaltos de caminos, carreteras, puentes y pistas de aeropuertos, provocando grietas e incluso en casos extremos su derretimiento. Además, en general la infraestructura gris potencia el aumento de temperatura percibido en los territorios, al irradiar mayor calor, así como también no permite conservar o mantener el confort térmico ante la ocurrencia de temperaturas extremas frías.

Tabla 17: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de temperaturas extremas.

SERVICIO	TIPO DE OBRA	IMPACTOS
Conectividad	Caminos y carreteras	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de conectividad por incendios.• Movilidad limitada por escarcha o nieve en la pista
	Puentes	
	Aeropuertos	
Protección del territorio	Servicios Sanitarios Rurales	<ul style="list-style-type: none">• Aumento de la demanda por ola de calor• Daños a infraestructura de almacenamiento y distribución de agua
Edificación Pública	Edificación pública	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de confort térmico por ola de calor o de frío

Fuente: MOP, 2024

2.4.1.5 Vulnerabilidades

Las vulnerabilidades de los servicios de infraestructura y edificación pública al cambio climático son, en su mayoría, transversales a todos los impactos climáticos descritos en el ítem anterior. Se categorizan según lo descrito por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2022) en:

- **Vulnerabilidad de la infraestructura**, según sus características físicas y técnicas, afectando a la continuidad o calidad del servicio que presta, durante o posterior a un desastre.
- **Vulnerabilidad del entorno en que se emplaza una obra pública** y que la hacen susceptible a impactos. Ésta se divide en dos subcategorías:
 - **Vulnerabilidad funcional:** Referida al servicio que provee la infraestructura y que le hacen susceptible a un impacto, durante el evento o posterior a éste. Los factores dependen de la criticidad del servicio entregado, así como su influencia sobre la economía local y las dinámicas territoriales circundantes.
 - **Vulnerabilidad social:** Referida a la población abastecida por los servicios de infraestructura y edificación pública, considerando grupos etarios vulnerables, dependencia física, población potencialmente afectada por interrupción del servicio y población en situación de pobreza o inequidad en un sentido más amplio, tales como: desigualdades de género, comunidades indígenas y comunidades rurales.

Además, cabe destacar que las características propias de las obras públicas pueden, en ocasiones, contribuir al aumento de la vulnerabilidad de los territorios frente a los efectos adversos del cambio climático. Por ejemplo, la construcción de infraestructura gris puede aumentar la vulnerabilidad de un territorio por ola de calor u otros fenómenos, por lo que se releva que, durante el proceso de planificación, diseño y ejecución de obras públicas, se tenga en consideración evitar efectos indeseados de los objetivos de adaptación (es decir, evitar la mala adaptación).

a. Servicios de conectividad territorial

La siguiente tabla presenta una síntesis de las vulnerabilidades por tipología de obra, en relación a los servicios de conectividad territorial, vinculadas con factores de diseño y calidad de las obras, en cuanto a estándares de los materiales que la componen y su estado de conservación. En tanto, en lo que respecta a las vulnerabilidades del entorno, destacan características ambientales como: tipo de suelo, cercanía a cuerpos de agua y pendiente; y características funcionales y demográficas, como la existencia o no de servicios alternativos (redundancia), y cantidad de población con movilidad reducida como un grupo de riesgo frente a necesidad de evacuación ante desastres.

Tabla 18: Factores de vulnerabilidad de los servicios de conectividad territorial.

Tipología de construcción	Factores de vulnerabilidad	
	De la Infraestructura	Del entorno
Caminos y carreteras	<ul style="list-style-type: none"> • Edad de las carreteras • Resistencia de los materiales • Capacidad de drenaje • Diseño de los taludes • Tipo de carretera • Mantenimiento (franjas cortafuegos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión de tierra por falta de vegetación • Pendiente • Tipo de suelo • Superficie expuesta a zonas inundables (fluvial, anegamiento, nivel del mar) • Redundancia • Niveles de movilidad de la comunidad
Puentes y túneles	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de los materiales (fuerza de compresión, tensión máxima soportada, flexibilidad, densidad) • Edad de la infraestructura • Capacidad de drenaje • Consideraciones de diseño (hidrología) • Mantenimiento y monitoreo de la infraestructura • Nivel de aislamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie erosionada por falta de vegetación • Distancia a cuerpos de agua (inundación) • Superficie expuesta al viento • Pendiente • Tipo de suelo • Exposición a zonas inundables (fluvial, anegamiento, nivel del mar) • Extracción de áridos • Redundancia • Niveles de movilidad de la comunidad
Aeropuertos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de drenaje • Distancia a montañas • Distancia a bordes costeros • Número de tratamientos antihielo • Largo de la pista • Resistencia de los materiales (fuerza de compresión, tensión máxima soportada, flexibilidad, densidad) • Materialidad • Cantidad de pistas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de barreras verdes contra el viento • Distancia a cuerpos de agua
	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de impermeabilidad de las pistas. (inundaciones) 	
Portuaria de conectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de la infraestructura • Nivel de aislamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Redundancia • Niveles de movilidad de la comunidad

Fuente: MOP, 2024

b. Servicios de protección del territorio

La siguiente tabla presenta una síntesis de las vulnerabilidades por tipología de obra asociada a los servicios de protección del territorio ante eventos extremos. Con respecto a las vulnerabilidades de la infraestructura, destacan las características materiales de las obras para cumplir con su capacidad de contención de impactos (control aluvional, defensa fluvial, drenaje de aguas lluvias, protección costera), así como su capacidad de proveer agua para los territorios (embalses, obras de riego y Servicios Sanitarios Rurales).

Por otra parte, las vulnerabilidades del entorno dicen relación con las características físicas de los territorios, como cobertura vegetal, calidad del suelo y agua, así como también las componentes sociales y culturales de las comunidades, como el nivel de organización de usuarios de agua, la cultura hídrica y la demografía.

Tabla 19: Factores de vulnerabilidad de los servicios de protección del territorio ante eventos extremos.

Tipología de construcción	Factores de vulnerabilidad	
	De la Infraestructura	Del entorno
Embalses	<ul style="list-style-type: none"> Estado de la infraestructura Existencia de sistemas para eliminar la sedimentación/contaminación Existencia de planes de emergencia de alerta temprana, esto corresponde a dos cosas, por un lado, existen los planes de emergencia que contienen las acciones de respuestas, actores involucrados, roles y funciones, entre otras Consideraciones de diseño Tamaño de la infraestructura Planes de contingencia ante fallas Infraestructura secundaria y terciaria 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de sostenibilidad hidrológica Capacidad del uso eficiente del agua Nivel de organización de usuarios. Actividades del entorno que contaminan el recurso.
Canales de riego	<ul style="list-style-type: none"> Estado de la infraestructura Eficiencia del sistema de distribución Sistemas de control (e.g. compuertas) Sistemas de monitoreo 	<ul style="list-style-type: none"> Superficie erosionada en canales de riego Tipo de suelo Nivel de organización de usuarios
Control aluvional y defensa fluvial	<ul style="list-style-type: none"> Estado e integridad de la infraestructura Gestión de emergencias Consideraciones usadas en el diseño Mantenciones 	<ul style="list-style-type: none"> Tasa de pérdida de suelo fértil Disminución del nivel freático en metros Kilos/toneladas de basura en quebradas/ríos Población cercana
Infraestructura de aguas lluvias	<ul style="list-style-type: none"> Consideraciones de diseño Frecuencia del mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del agua lluvia Cultura hídrica comunitaria Demografía circundante
Infraestructura de protección de borde costero	<ul style="list-style-type: none"> Consideraciones de diseño Mantención 	<ul style="list-style-type: none"> Morfología costera Rango mareal Economía local Asentamientos cercanos
Agua potable rural	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de suministro: pozos, vertientes, agua superficial, entre otros Existencia de sistemas de recolección de aguas de lluvia Sistemas colocados (necesidad de profundizar pozos, estado e integridad de la infraestructura) 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del agua Disponibilidad de agua Falta de acceso a agua potable Usos culturales por sequía o alteraciones del ciclo del agua Migraciones climáticas Deforestaciones cabeceras de cuenca Capacidad de gestión Contaminación de napas

Fuente: MOP, 2024

c. Servicio de provisión y conservación de la edificación

La siguiente tabla presenta una síntesis de las vulnerabilidades por tipología de obra asociada a los servicios de edificación pública, en la cual se aprecian factores de vulnerabilidad comunes a todas las tipologías de edificación pública, relacionadas con sus características, como sus dimensiones y tipo de diseño, y características del entorno, como la calidad del suelo y el emplazamiento. Cabe destacar que las vulnerabilidades señaladas son transversales a distintos tipos de edificios públicos, tales como: hospitales, edificios públicos de oficina, liceos, escuelas, jardines infantiles, cárceles, comisarías y edificios PDI, estadios deportivos y polideportivos, fiscalías y contralorías, entre otros.

Tabla 20: Factores de vulnerabilidad de los servicios de provisión y conservación de la edificación.

Tipología de construcción	Factores de vulnerabilidad	
	De la Infraestructura	Del entorno
Edificación pública	<ul style="list-style-type: none">• Estado de conservación• Altura y tamaño• Cumplimiento de códigos y normativas de construcción local• Capacidad de evacuación• Material de construcción• Hacinamiento (diseño, densidad, m² por persona)	<ul style="list-style-type: none">• Uso del suelo circundante• Condiciones del suelo• Accesibilidad• Suelos impermeables• Emplazamiento en zonas de riesgo

Fuente: MOP, 2024

2.4.2 CASOS RECIENTES

En la última década, hemos sido testigos de un fuerte aumento del riesgo de desastres debido al cambio climático. Si bien existe información pronosticada sobre el comportamiento climático en las temporadas más complejas como verano e invierno, y se adoptan medidas para mitigar los efectos de estas situaciones, resulta imposible soslayar ciertos efectos. En este sentido, no todos los eventos climáticos severos producen el mismo nivel de daño en la infraestructura. Variables como la vulnerabilidad de la zona afectada, la calidad e ingeniería de la infraestructura y su vida útil remanente son decisivas en el balance final de daños y el subsecuente costo de reposición.

A modo referencial, en la siguiente figura se identifican los desastres significativos registrados en los últimos diez años, junto al gasto aproximado producto de reparaciones, reconstrucciones, entre otros.

Figura 16: Gasto aproximado por eventos extremos.



Fuente: DIRPLAN MOP, 2024

En específico, para el caso de las inundaciones producidas en 2023 en la zona centro-sur, el Plan de Emergencia y Reconstrucción desarrollado por el MOP permitió un desglose según fases de recuperación, incorporando en forma explícita obras asociadas a prevención y resiliencia, según se observa en la siguiente tabla.

Tabla 21: Síntesis de inversión / Plan de emergencia y reconstrucción, zona centro sur - invierno 2023

Fase	Monto (M\$)	Distribución %
Recuperación temprana (2023)	37.214.976	9%
Recuperación permanente (2024-2025)	237.546.674	58%
Prevención y resiliencia (2023-2027)	135.107.707	33%
Total (M\$)	409.869.357	100%
Total (MUSD)	463.443	

Fuente: DIRPLAN MOP, 2023

2.5 EVALUACIÓN DEL PLAN SECTORIAL PRECEDENTE

El plan anterior, que consideró una vigencia programada para el periodo 2017-2022, tuvo por objetivo “lograr que los servicios que proveen la infraestructura que desarrolla el Ministerio de Obras Públicas, no se vean interrumpidos producto de las amenazas climáticas actuales y futuras, en un marco de resiliencia y blindaje climático preventivo”.

El plan se articuló en torno a tres ejes de trabajo: mitigación, adaptación y gestión del conocimiento, con un total de nueve líneas de acción y veintitrés medidas específicas.

El plan 2017-2022 tuvo una amplia implementación en la totalidad de las direcciones del MOP, colaborando en el proceso de transversalización de esta temática en el quehacer ministerial y relevando la importancia como un foco de trabajo permanente. A su vez, permitió establecer un mecanismo de trabajo de coordinación con otras entidades del Estado en los diversos ejes, lo que a su vez mejoró la calidad de las decisiones e implementación de políticas que en su ejecución requirieron más de un actor a la vez.

La evaluación de la implementación del plan fue encargada al Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica⁵, en cuyo reporte final se indica que el plan permeó la forma de trabajo dentro del MOP, cuyas direcciones empezaron a considerar la resiliencia climática como un factor relevante a la hora de programar y diseñar obras públicas.

(5) “Evaluación de Término Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022”.

Algunos de los principales resultados alcanzados:

- Reconocimiento de la importancia de abordar el cambio climático en todas las direcciones del MOP.
- Avances en áreas específicas, como la implementación de sistemas de monitoreo de glaciares y recursos hídricos, y la implementación de estándares pasivos y eficiencia energética -TdR en Eficiencia Energética (EE) y Confort Ambiental (CA), de Dirección de Arquitectura del MOP- y la medición y evaluación del cumplimiento a través de la Certificación Edificio Sustentable (CES) en edificación pública.
- Colaboración fluida entre diferentes entidades, instituciones y universidades para mejorar las capacidades técnicas y científicas.
- Inclusión de consideraciones sobre el cambio climático en el diseño y planificación de proyectos de infraestructura y edificación pública, y para incorporar medidas de sostenibilidad.
- Desarrollo de planes piloto en diferentes regiones del país.

De igual forma se ha logrado avanzar hacia una institucionalidad climática interna, a través de la conformación de la División de Infraestructura Sostenible (DIS) en la Dirección General de Obras Públicas, en remplazo de la antigua Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio (SEMAT), así como mediante el trabajo de la Mesa Intraministerial de Cambio Climático.

3

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA





3.1 VISIÓN DEL PLAN

La visión del presente Plan está focalizada en lograr que los servicios que proveen la infraestructura que desarrolla el Ministerio de Obras Públicas, no se vean interrumpidos producto de las amenazas climáticas actuales y futuras, en un marco de resiliencia, construyendo infraestructura que reduzca el riesgo de desastres producto de las amenazas hidroclimáticas y a su vez incorporando medidas de mitigación ante el Cambio Climático.

3.2 OBJETIVOS DEL PLAN

La actualización del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático – Sector Infraestructura incorpora las experiencias y aprendizajes surgidos de la evaluación del plan anterior (2017-2022), actualiza su estrategia y metas, internalizando información y evidencia reciente en cuanto a la severidad y urgencia de los cambios climáticos, e incorpora avances tecnológicos disponibles para su mejor implementación. Adicionalmente, se vincula coordinadamente con otros instrumentos sectoriales, en especial con el Plan Sectorial de Recursos Hídricos, y con el Plan Nacional de Infraestructura Pública del MOP, entre otros.

En este contexto, es importante recalcar que cualquier estrategia para enfrentar los desafíos del cambio climático, tanto actuales como futuros, debe armonizar los esfuerzos destinados al fortalecimiento de la capacidad de adaptación con aquellos enfocados en la mitigación, promoviendo la generación de sinergias entre ambas dimensiones de un mismo problema. Esta orientación, guía el diseño y la definición de las medidas que forman parte del presente Plan que se desarrollará dentro de este periodo y a largo plazo.

3.2.1 OBJETIVO GENERAL

Propiciar el desarrollo de obras públicas resilientes que permitan la adaptación de los territorios y sus comunidades a los impactos del cambio climático, y a la reducción de emisiones acorde a los compromisos de Chile en torno a la carbono - neutralidad.

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El Plan considera tres objetivos específicos que posibilitan y habilitan las condiciones para su implementación:

Objetivo Específico 1: Adaptación

Contribuir al aumento de la resiliencia del país a través del desarrollo y gestión del riesgo climático en las obras públicas, en forma integral a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura y edificación pública.

Objetivo Específico 2: Mitigación

Implementar obras públicas con un enfoque centrado en circularidad y reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en todo el ciclo de vida de los proyectos.

Objetivo Específico 3: Medios de Implementación

Implementar adecuaciones institucionales y normativas para reforzar la integración del cambio climático en obras públicas, en un contexto de coordinación territorial e interinstitucional, cooperación público – privada e inclusividad y participación pública.

3.3 ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN**3.3.1 Líneas Estratégicas**

Para lograr los objetivos planteados se han definido las siguientes ocho Líneas Estratégicas del Plan, asociadas a quince medidas y su correspondiente secuencia de acciones y actividades durante el periodo de vigencia al año 2029.

LE-1: Desarrollo de infraestructura resiliente al cambio climático

Se enfoca en la necesidad de diseñar, construir y mantener obras públicas, en su diversidad de tipologías, incorporando proyecciones climáticas en el diseño de las obras para que puedan resistir los impactos del cambio climático, e innovando en la implementación de estrategias basadas en la naturaleza para su materialización, considerando las sinergias positivas y co-beneficios que este tipo de iniciativas implican.

LE-2: Gestión de riesgo climático en obras públicas para contribuir a aumentar la resiliencia de territorios

Se enfoca en identificar, evaluar y propiciar acciones preventivas para enfrentar los riesgos de desastres asociados a eventos climáticos extremos en obras públicas. Esto incluye la elaboración de protocolos preventivos, planes de emergencia y reconstrucción post desastre, así como el fortalecimiento de la infraestructura resiliente, con particular énfasis en la infraestructura hídrica que asegure disponer agua para consumo humano.

LE-3: Desarrollo de obras públicas con atributos de circularidad

Busca promover prácticas de construcción sostenibles, minimizando el impacto ambiental de las obras públicas, persiguiendo objetivos de carbono neutralidad y Economía Circular. Esto implica la utilización de materiales sostenibles, la optimización del uso de recursos, la gestión de residuos de construcción y demolición, la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y la implementación de medidas de eficiencia energética.

LE-4: Ejecución de obras públicas que consideren en todo el ciclo de vida reducción de emisiones GEI

Contempla la medición y gestión de la huella de carbono en las obras públicas, como una medida habilitante para la definición en etapas iniciales de los proyectos que permitan su desarrollo en diseño, construcción, operación y mantención y/o desmantelamiento, bajo un enfoque de reducción de emisiones. Así como también, considera el impulso de Economía Circular en productos, materiales y tecnologías baja en emisiones.

LE-5: Fortalecimiento de certificaciones de sustentabilidad en las obras públicas

Busca fortalecer la implementación de certificaciones de sustentabilidad en obras públicas, en particular la Certificación de Edificación Sustentabilidad (CES). Esto implica la creación de estándares de sostenibilidad, capacitación de profesionales en certificación y promoción de beneficios de las obras públicas certificadas.

LE-6: Planificación y gestión integral de inversiones para incorporar el cambio climático en obras públicas

Integra la consideración del cambio climático durante los procesos de planificación y priorización de proyectos, y en la gestión anual de inversiones acorde al ciclo de vida de las iniciativas. Esto implica la incorporación del cambio climático en los procesos de toma de decisión de la institución, adecuaciones en la evaluación social de proyectos en coordinación con el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, la consideración de medidas de adaptación en etapas tempranas y el resguardo de la coherencia y pertinencia territorial de los esfuerzos sectoriales de adaptación y mitigación.

LE-7: Generación de capacidades institucionales y coordinaciones para la implementación del Plan

Esta línea estratégica se desarrolla en torno a la generación de capacidades para el personal del Ministerio y de sus colaboradores, así como la articulación pública - privada para el cumplimiento del Plan, y la adecuada coordinación entre niveles territoriales, en particular relevando el rol de las Secretarías Regionales Ministeriales de Obras Públicas, a fin de asegurar la coherencia de la política climática ministerial con los planes regionales y comunales establecidos en la LMCC.

LE-8: Impulso al desarrollo de infraestructura de manera participativa, incorporando enfoque género-responsivo e inclusivo con grupos en situación de vulnerabilidad climática

Busca incorporar de manera efectiva en las obras públicas las necesidades y perspectivas de los territorios respecto a adaptación y mitigación, con énfasis en mujeres, niñas, personas con discapacidad, comunidades indígenas y otros grupos vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. Esto implica la incorporación de diseños inclusivos, la promoción del empleo femenino, y la promoción de la participación de estos grupos desde etapas tempranas de los proyectos.

3.3.2 Enfoque de definición de medidas: Análisis de Ciclo de Vida

La determinación de las medidas de adaptación, mitigación y de medios de implementación ha sido elaborada en consideración del ciclo de vida de los proyectos, acorde a la definición establecida por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2023):

“El ciclo de vida de una inversión se entiende como el proceso de transformación de ideas, surgidas de la detección de necesidades, problemas u oportunidades, en soluciones para la provisión de bienes o servicios que mejor resuelvan esas necesidades, problemas u oportunidades. En el ámbito del Sistema Nacional de Inversiones, el ciclo de vida comprende el paso de las iniciativas de inversión a través de tres fases: pre-inversión, inversión y operación. Para cada una de ellas se definen distintas etapas a cumplir, que van desde la concepción de una idea hasta lo que se define como operación, que es cuando esa iniciativa entrega bienes y/o servicios respectivos”.

Tabla 22: Fases y etapas para las iniciativas de inversión

Fases/Etapas	Estudios Básicos	Programas de Inversión	Proyectos de Inversión
Pre-inversión	<ul style="list-style-type: none"> Idea 	<ul style="list-style-type: none"> Idea 	<ul style="list-style-type: none"> Idea
Inversión	<ul style="list-style-type: none"> Perfil 	<ul style="list-style-type: none"> Perfil 	<ul style="list-style-type: none"> Perfil Pre-factibilidad Factibilidad
Operación	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución Operación

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023. Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP) para el proceso de inversión pública

Este enfoque metodológico permite asegurar que el cambio climático se incorpora de manera estratégica en las obras públicas, desde las etapas tempranas hasta el desmantelamiento, cuando procede. Respecto a la clasificación de medidas, éstas se configuran en relación al objetivo específico que atienden, insertadas en forma transversal en una o más de las etapas del ciclo de vida de los proyectos, con un enfoque interseccional que aúna enfoque de género e interculturalidad.

3.3.3 Priorización de las medidas

La priorización en la determinación de las medidas de adaptación dio respuesta a la evaluación de vulnerabilidad y el costo – efectividad de las mismas, atendiendo la necesidad de la infraestructura y la edificación pública para adaptarse al cambio climático, lo cual fue corroborado en los talleres asociados a la consulta pública mediante una mesa de trabajo exclusiva para las medidas de adaptación.

Es por ello que se presentaron medidas de carácter transversales que aplican a todo el Ministerio, como es el caso de los diseños resilientes y Soluciones basadas en la Naturaleza. Además, se contemplan medidas efectivas para atender en forma oportuna las amenazas más urgentes del país, como lo es la sequía y las precipitaciones extremas que desencadenan desastres, y que se atienden a través de medidas para la provisión de agua para el consumo humano y el mejoramiento sostenido de la infraestructura existente y futura.

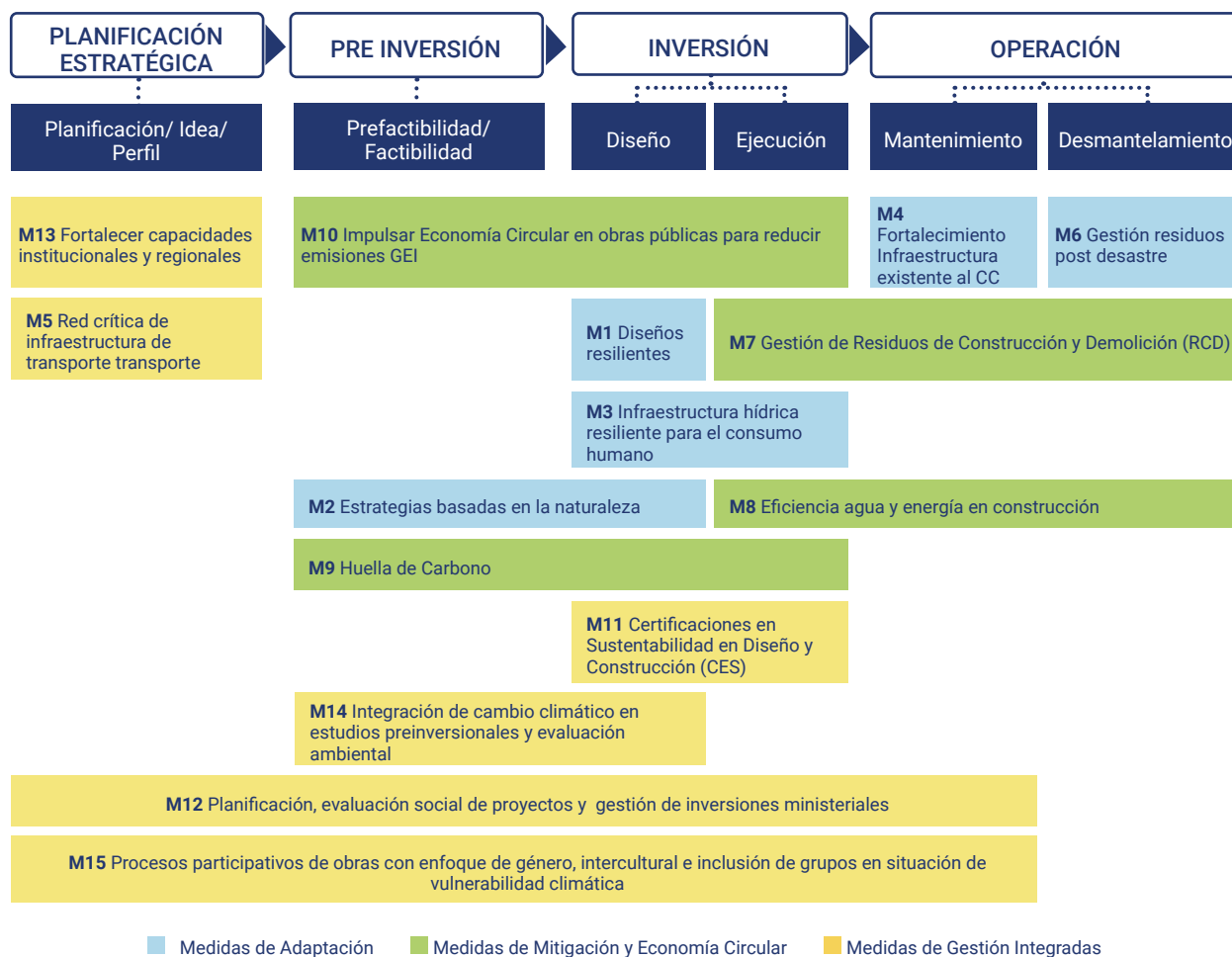
Las medidas de mitigación fueron priorizadas en función de su efectividad y su menor costo social, económico y ambiental, así como de los plazos inherentes a la materialización de las obras públicas a través de sus etapas secuenciales, que en general superan el horizonte del presente Plan. Por tanto, se determinó que, para el cumplimiento de los presupuestos sectoriales establecidos en la Estrategia Climática de Largo Plazo, es necesario abordar medidas habilitantes que conduzcan a la reducción de emisiones de GEI, en específico asociadas a la medición y gestión de huella de carbono en edificaciones MOP, y el impulso a medidas que generan atributos de circularidad con un enfoque en reducción. Como respaldo para su fundamentación, el Ministerio desarrolló en 2024 una consultoría que abordó la definición y priorización de las medidas de mitigación, denominada “Análisis para el cumplimiento de los compromisos MOP en mitigación establecidos en la ECLP”.

3.3.4 Evaluación de riesgos climáticos en zonas latentes

El análisis del Plan en relación con las zonas latentes o saturadas, en las que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas, considera la necesidad de desarrollar proyectos que cumplan con la misión del Ministerio, incorporando los efectos adversos del cambio climático y de los riesgos actuales y proyectados para el sector de infraestructura.

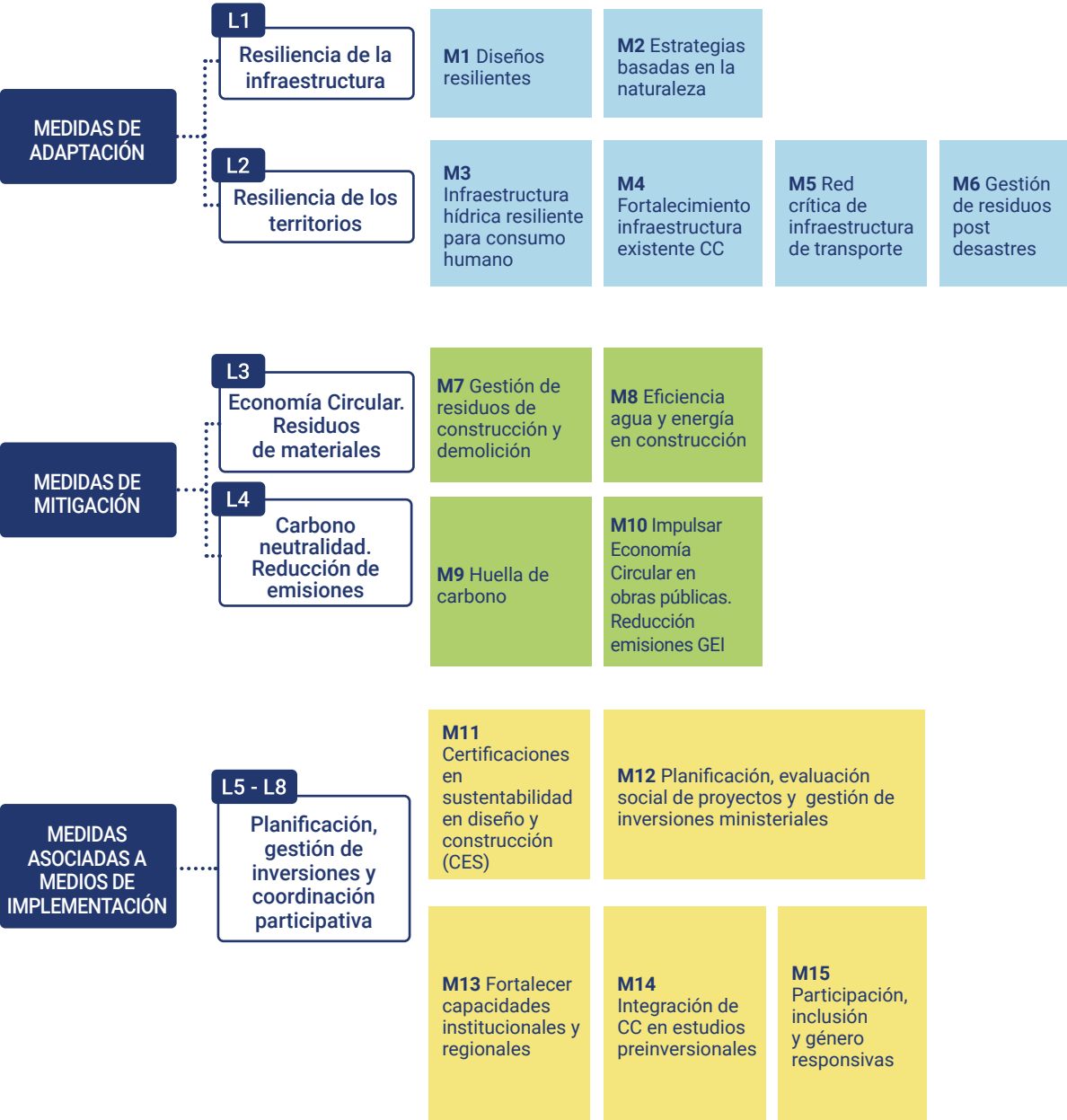
Al respecto, considerando que el presente Plan es de carácter sectorial y de aplicación nacional, las medidas conducentes a reducir el riesgo climático en en estas zonas se abordan mediante el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. A mayor abundamiento, al momento de materializar los proyectos en zonas latentes, éstos deben considerar atributos y acciones específicas para la reducción de contaminantes locales, como es el caso de uso de filtros de partículas para la reducción del carbón negro en maquinarias fuera de ruta. Además, en el caso que estos proyectos requieran ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, SEIA, las iniciativas deben contemplar las medidas de reparación, compensación o mitigación atinentes, en virtud de la normativa vigente.

Figura 17: Definición de medidas según análisis de ciclo de vida.



Fuente: MOP, 2024

Figura 18: Clasificación de medidas según ámbitos.



Fuente: MOP, 2024

3.3.5 Medidas

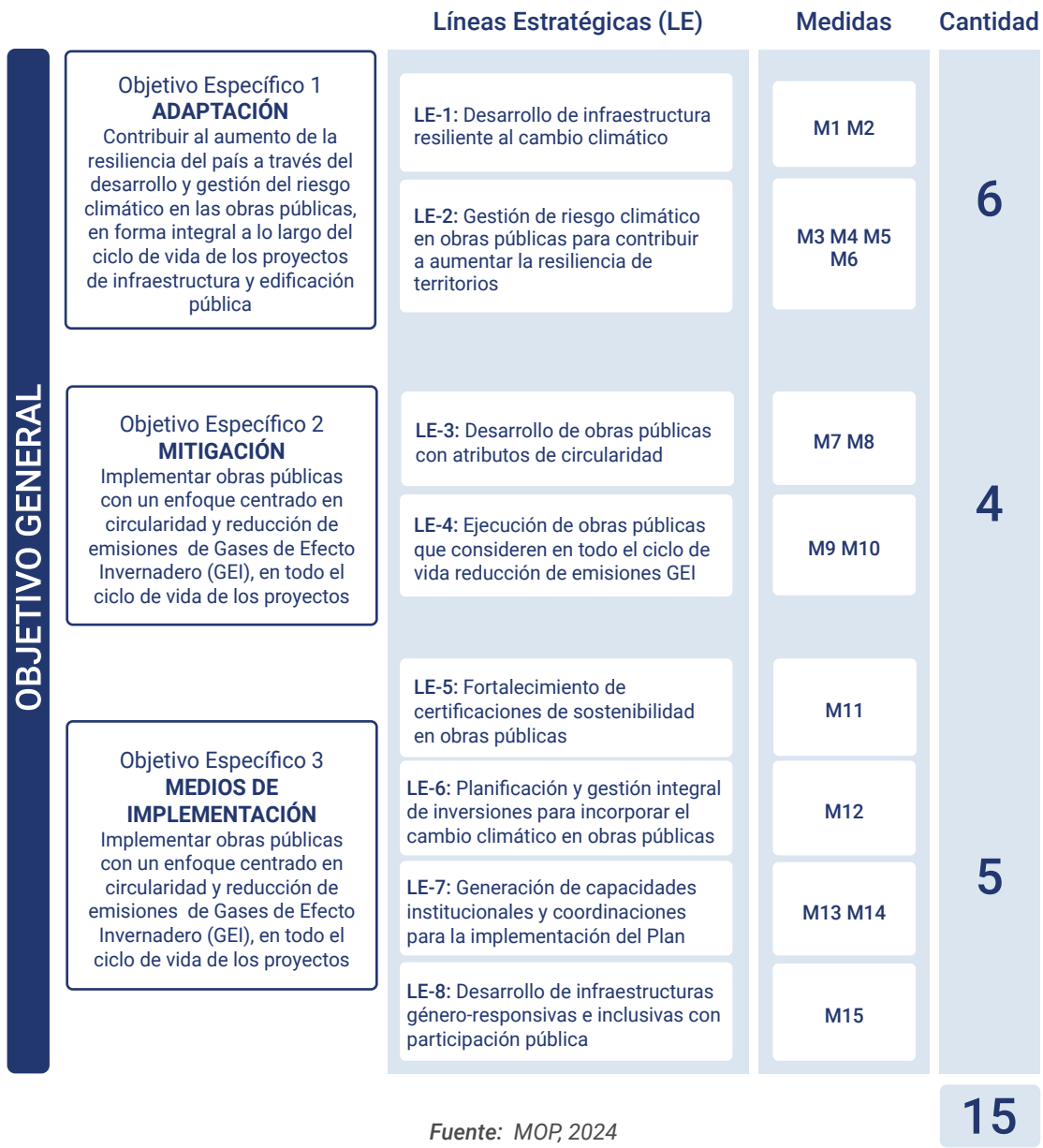
El Plan está compuesto por quince medidas según el siguiente detalle.

Tabla 23: Medidas y líneas estratégicas asociadas.

N° Medida	Medidas	Línea Estratégica asociada
1	Incorporación de análisis de proyecciones climáticas extremas en etapa de diseño de los proyectos: diseños resilientes al cambio climático	LE-1: Desarrollo de infraestructura resiliente al cambio climático
2	Incorporación de estrategias de Soluciones basadas en la Naturaleza para la materialización de obras públicas	
3	Desarrollo de infraestructura hídrica resiliente ante el cambio climático para el consumo humano	LE-2: Gestión de riesgo de desastres frente a eventos climáticos extremos en obras públicas
4	Fortalecimiento de infraestructura existente que potencialmente pueda ser afectada por eventos extremos relacionados con cambio climático	
5	Fortalecimiento de la resiliencia en la infraestructura de transporte	
6	Mejoramiento de la gestión de residuos post desastres	
7	Mejoramiento de la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en los proyectos de obras de infraestructura y edificación pública	LE-3: Desarrollo de obras públicas con atributos de circularidad
8	Incremento de la eficiencia en el uso del agua y energía en la ejecución de obras públicas	
9	Incorporación de la medición y gestión de la huella de carbono en proyectos de infraestructura y edificaciones públicas	LE-4: Ejecución de obras públicas que consideren en todo el ciclo de vida reducción de emisiones GEI
10	Impulso a la Economía Circular en las obras públicas mediante productos, materiales y tecnologías bajos en emisiones GEI	
11	Incremento de certificaciones de edificación sustentable (CES) en los servicios MOP: Edificación pública y aeroportuaria	LE-5: Fomento de certificaciones de sostenibilidad en las obras públicas
12	Incorporación de criterios de resiliencia y mitigación al cambio climático en los procesos de planificación, evaluación social de proyectos y gestión de inversiones ministeriales	LE-6: Planificación y gestión integral de inversiones para incorporar el cambio climático en obras públicas
13	Mejoramiento de la coordinación y fortalecimiento de capacidades institucionales y territoriales para avanzar en la implementación del Plan Sectorial, y de su vínculo y articulación con Planes regionales y comunales de Cambio Climático	LE-7: Generación de capacidades institucionales y coordinaciones para la implementación del Plan
14	Integración de criterios de cambio climático en estudios de pre-inversión y de evaluación ambiental de proyectos	
15	Adecuación de los procesos participativos de obras con enfoque de género, intercultural e inclusión de grupos en situación de vulnerabilidad climática	LE-8: Desarrollo de infraestructuras género responsivas e inclusivas con participación pública

Fuente: MOP, 2024

Figura 19: Esquema de la estructura del Plan.



Fuente: MOP, 2024

3.4 FICHAS DE MEDIDAS

El contenido íntegro de las fichas de las quince medidas del Plan, ajustadas a lo solicitado por el Ministerio del Medio Ambiente a través de las Guías para la Elaboración de Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, se encuentra disponible en el capítulo 11 “Anexos” en formato descargable.

Las fichas de las medidas del Plan consideran la descripción detallada de las mismas. En el caso de adaptación, éstas han sido definidas en función de criterios de costo-efectividad y según los lineamientos establecidos en la ECLP; para el objetivo referido a mitigación, las medidas fueron definidas en función de la mayor efectividad y el menor costo social, económico y ambiental

posible; en tanto, las medidas asociadas a los medios de implementación consideraron los lineamientos de la ECLP y del Plan Nacional de Adaptación asimilados a la orgánica funcional y a las capacidades territoriales del Ministerio de Obras Públicas.

En los siguientes subcapítulos se proporcionan tablas de resumen extractadas de las fichas de medidas.

3.4.1 Medidas de Adaptación

3.4.1.1 LE-1: Desarrollo de infraestructura resiliente al cambio climático

Esta línea estratégica contempla dos medidas.

Tabla 24: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 1.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
1	Incorporación de análisis de proyecciones climáticas extremas en etapa de diseño de los proyectos: diseños resilientes al cambio climático	Ejecutar obras públicas a partir de metodologías de diseño que incorporen análisis de proyecciones climáticas extremas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar un instructivo / guía orientadora de diseño resiliente para obras públicas que aplique a los servicios dependientes de la DGOP en los Términos de Referencia de los proyectos, considerando enfoque de impactos diferenciados por sexo en la elaboración del diagnóstico 2. Adecuar el diseño de infraestructura hídrica incorporando la resiliencia en los Términos de Referencia, incluyendo proyecciones climáticas y buenas prácticas realizadas en proyectos, con énfasis en tipologías de Planes Maestros de Aguas Lluvias, defensas fluviales y obras de control aluvional, embalses y obras de riego e infraestructura hídrica multipropósito 3. Adecuar el diseño de infraestructura vial incorporando resiliencia, a través de la actualización del Manual de Carreteras, con énfasis en tipologías de puentes, caminos y obras de drenaje vial 4. Analizar, determinar y, en caso de proceder, realizar los ajustes metodológicos necesarios de diseño resiliente para infraestructura de borde costero, con énfasis en las tipologías de defensas costeras y fluviales, costaneras y caletas pesqueras 5. Analizar, determinar y, en caso de proceder, realizar los ajustes metodológicos necesarios de diseños resilientes para la edificación pública y aeroportuaria
2	Incorporación de estrategias de Soluciones basadas en la Naturaleza en la materialización de obras públicas	Incorporar Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en el desarrollo de obras públicas que permitan al sector adaptarse a los impactos del cambio climático	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar un programa de capacitación sobre SbN enfocado a cada Dirección del MOP y sensibilización sobre los compromisos en esta materia incluidos en la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) 2. Definir e implementar una hoja de ruta para el cumplimiento de las metas ECLP en SbN al 2030 y 2050

3.4.1.2 LE-2: Gestión de riesgo climático en obras públicas para contribuir a aumentar la resiliencia de territorios

Esta línea estratégica contempla cuatro medidas.

Tabla 25: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 2.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
3	Desarrollo de infraestructura hídrica resiliente ante el cambio climático para el consumo humano	Robustecer la capacidad adaptativa de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) a los efectos adversos del cambio climático, considerando su heterogeneidad y la diversificación de fuentes de agua	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el impacto del cambio climático en grupos vulnerables beneficiarios de SSR para definir medidas de adaptación diferenciadas, considerando la aplicación del enfoque de género en la identificación del impacto de los SSR expuestos a la sequía 2. Elaborar y aplicar una guía de buenas prácticas para la adaptación al cambio climático de los SSR. 3. Identificar e implementar alternativas de infraestructura hídrica resiliente para el abastecimiento de agua para el consumo humano, contemplando medidas diferenciadas con enfoque de género. 4. Elaborar un Plan Nacional de Infraestructura Pública que incluya cartera de infraestructura y medidas de gestión hídrica, considerando escenarios de cambio climático y la adaptación de los recursos hídricos, así como la incorporación de cartera definida en procesos de gestión presupuestaria anual
4	Fortalecimiento de infraestructura existente que potencialmente pueda ser afectada por eventos extremos relacionados con cambio climático	Fortalecer la infraestructura existente emplazada en zonas potencialmente afectadas por eventos extremos relacionados con cambio climático que ha sido dañada, de modo que la reconstrucción considere la resiliencia, a través de iniciativas de inversión de conservación, reposición o mejoramiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar y diagnosticar de la infraestructura afectada por eventos climáticos relevantes, considerando al menos los últimos 12 años (año base 2026), e impacto diferenciado por sexo en los eventos climáticos analizados 2. Adecuar los protocolos de respuesta en zonas propensas a pérdida de infraestructura por eventos extremos, (inundaciones, aluviones, sequías, etc.), mediante análisis de vulnerabilidad hídrica con enfoque de género y elaboración de directrices para la incorporación de diseños resilientes en la fase de recuperación de infraestructura total o parcialmente afectada por eventos climáticos. Para el caso específico de los embalses, considera la introducción de mejoras en sus manuales de operación 3. Elaborar un Plan Nacional de Quebradas para la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático
5	Fortalecimiento de la resiliencia en la infraestructura de transporte	Implementar metodologías para la identificación de la red vial crítica del país, que permita la integración del cambio climático con un enfoque de resiliencia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar la metodología para la red vial estructurante en todas las regiones del país. 2. Identificar adecuaciones necesarias a la metodología de identificación de la red vial crítica para la integración de la variable cambio climático.

			<p>3. Contribuir al desarrollo de un sistema integrado y multimodal de transporte interurbano de carga y pasajeros, mediante operación y gestión eficiente de la infraestructura de transporte y modos asociados, con criterios de resiliencia climática y disminución de GEI por tonelada transportada.</p> <p>4. Fortalecer un sistema resiliente de infraestructura de transporte frente a potenciales daños a la infraestructura por eventos extremos relacionados con cambio climático.</p>
6	Mejoramiento de la gestión de residuos post desastres	Reducir el impacto de los residuos de demolición generados a partir de desastres.	<p>1. Establecer protocolos para el manejo sostenible de residuos derivados de la respuesta a emergencia, de seguridad personal y de protección al medio ambiente, fomentando la gestión de residuos en zonas de acopio que faciliten su segregación para reutilización, reciclaje o revalorización.</p> <p>2. Capacitar a funcionarios sobre el manejo de residuos de demolición.</p>

3.4.2 Medidas de mitigación

3.4.2.1 LE-3: Desarrollo de obras públicas con atributos de circularidad

Esta línea estratégica se desarrolla mediante dos medidas.

Tabla 26: Resumen de Medidas referidas a línea estratégica 3.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
7	Mejoramiento de la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de los proyectos de obras de infraestructura y edificación pública	La generación de residuos de construcción y demolición deriva en impactos sobre el medio ambiente, y de paso sobre las personas. La aplicación de planes permite avanzar en la gestión sustentable de los proyectos que ejecuta el MOP a través de una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición, lo que además implica reducir emisiones de GEI	<p>1. Diagnosticar la implementación actual del plan de gestión de residuos, proponer mejoras y establecer una meta progresiva de cumplimiento para los siguientes años</p> <p>2. Aprovechar residuos de obras en etapas finales de construcción, como material de relleno y/o insumo de nuevas obras por medio de los sistemas de gestión de RCD establecidos, evaluando criterios como cercanía y tipo de material, entre otros</p> <p>Mitigación esperada: 283,44 kt CO₂eq en el periodo 2020-2030</p>
8	Incremento de la eficiencia en el uso del agua y energía en la ejecución de obras públicas	Implementar medidas en el uso eficiente del agua y la energía en faenas, para reducir el consumo de agua y la generación de emisiones GEI durante la fase de construcción de proyectos MOP	<p>1. Incorporar medidas de ahorro y reutilización de aguas grises o de lluvia, así como medidas de eficiencia energética en la ejecución de obras de infraestructura pública</p> <p>2. Generar directrices para la implementación de planes de gestión de uso de agua y energía durante la construcción de proyectos, a incluir en Bases de Licitación y Términos de Referencia</p> <p>Mitigación esperada: 11,165 kt CO₂eq en el periodo 2020-2030 (dato referencial estimado según información bibliográfica)</p>

3.4.2.2 LE-4: Ejecución de obras públicas que consideren en todo el ciclo de vida reducción de emisiones GEI

Esta línea estratégica se conforma de dos medidas.

Tabla 27: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 4.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
9	Incorporación de la medición y gestión de la huella de carbono en proyectos de infraestructura y edificaciones públicas	Incorporar la medición y gestión de huella de carbono con enfoque de ciclo de vida en obras de infraestructura y edificación pública del MOP, fomentando el uso de estrategias de diseño pasivo, eficiencia energética y ERNC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar una guía para la estimación y gestión de la huella de carbono con enfoque de ciclo de vida aplicable a proyectos de infraestructura y edificación institucional MOP, incorporando lineamientos para cuantificar la reducción de GEI al utilizar estrategias tales como el diseño pasivo, eficiencia energética y ERNC para la reducción de emisiones 2. Capacitar a profesionales MOP sobre el uso de la guía 3. Aplicar la Guía de Medición y Gestión de Huella de Carbono a nuevos proyectos de infraestructura y edificación pública 4. Cuantificar la reducción de emisiones proveniente de la incorporación del diseño pasivo, la eficiencia energética y el uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en edificación pública y obras aeroportuarias del MOP (DA y DAP) 5. Generar un sistema de monitoreo y reporte, para la recolección y sistematización de la medición y gestión de la huella de carbono <p>Mitigación esperada: 97,55 kt CO₂eq en el periodo 2020-2030</p>
10	Impulso a la Economía Circular en las obras públicas mediante productos, materiales y tecnologías bajos en emisiones GEI	Impulsar el uso de productos, materiales y tecnologías con atributos de circularidad y bajos en carbono (certificación baja en carbono, contenido de material reciclado, material reutilizado, circularidad en su producción, etc.) en obras de infraestructura y edificación pública del MOP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar un catálogo de productos, materiales y tecnologías de construcción con atributos de circularidad y bajos en carbono para poner a disposición de los proyectos MOP 2. Adecuar el Manual de Carreteras, Bases de Licitación y/o Términos de Referencia para la incorporación de productos, materiales y tecnologías con atributos de circularidad y baja en emisiones 3. Disponer un método de reporte, para la recolección y sistematización de datos asociados a la medida 4. Analizar tecnologías de mejoras de reducción de emisiones GEI en el desarrollo de pavimentos <p>Mitigación esperada: 179,01 kt CO₂eq en el periodo 2020-2030</p>

3.4.2.3 MOP como coadyuvante en medida de mitigación del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de Transporte

El Plan de Cambio Climático de Infraestructura recoge e incorpora en este punto una medida de mitigación del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de Transporte, a cargo del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, para lo cual el MOP compromete su aporte en rol de coadyuvante.

Tabla 28: Resumen de medida de mitigación en coayudancia.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
2024_P MTT_TMC	Traspaso modal a ciclos	En esta medida el MOP tiene un nivel de responsabilidad 1 y una participación del 14%, fundamentado en el rol de la Dirección de Vialidad respecto de la programación de la mantención de las ciclovías existentes, la planificación y construcción de sendas multipropósito e infraestructura vial de áreas urbanas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear un inventario de las vías urbanas e interurbanas bajo la jurisdicción del MOP que ya disponen de ciclovías o sendas multipropósito 2. Levantamiento de necesidades y demanda de sendas multipropósito y ciclovías en regiones 3. Evaluar la incorporación de proyectos de ciclovías y sendas multipropósito en la cartera de proyectos del MOP 4. Incorporar proyectos de ciclovías / sendas multipropósito en la cartera de proyectos del MOP 5. Monitoreo y seguimiento de la ejecución de proyectos de sendas multipropósito en áreas no urbanas priorizadas por el MOP

3.4.3 Medidas referidas a medios de implementación

3.4.3.1 LE-5: Fortalecimiento de certificaciones de sostenibilidad en obras públicas

La línea estratégica N°5 se desarrolla a través una medida y sus correspondientes acciones.

Tabla 29: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 5.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
11	Incremento de certificaciones de edificio sustentable (CES) en los servicios MOP: edificación pública y aeroportuaria	Promover estándares en obras públicas que permitan la obtención de Certificación de Edificio Sustentable para disminuir la huella de carbono de los edificios públicos, contribuyendo directamente en el objetivo de mitigación y en específico a la medida 9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contar con proyectos de edificación pública que tengan Pre-certificación CES en las etapas de diseño y Certificación CES en la etapa de construcción 2. Contar con proyectos de aeropuertos que cuenten con certificación en las etapas de diseño y construcción

3.4.3.2 LE-6: Planificación y gestión integral de inversiones para incorporar el cambio climático en obras públicas

Esta línea estratégica se desarrolla a través de una medida y sus correspondientes acciones.

Tabla 30: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 6.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
12	Incorporación de criterios de resiliencia y mitigación al cambio climático en los procesos de planificación, evaluación social de proyectos y gestión de inversiones ministerial	Propiciar que el cambio climático sea una variable a considerar en los procesos de planificación ministerial, en etapas tempranas, y lograr la rentabilidad social de la resiliencia al cambio climático de la infraestructura y de los territorios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar mejoras en la vinculación de los proyectos de obras públicas que contribuyen a la adaptación y mitigación al cambio climático en el proceso de Gestión De Inversiones Ministerial (GDI) 2. Considerar los criterios de adaptación y mitigación en la formulación de planes de infraestructura ministerial 3. Efectuar propuestas de adecuación al Sistema Nacional de Inversiones (SNI) para la integración de aspectos de resiliencia en el desarrollo de infraestructura y edificación pública y uso del precio social del carbono en obras públicas

3.4.3.3 LE-7: Generación de capacidades institucionales y coordinaciones para la implementación del Plan

Esta línea estratégica se desarrolla mediante dos medidas.

Tabla 31: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 7.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
13	Mejoramiento de la coordinación y fortalecimiento de capacidades institucionales y territoriales para avanzar en la implementación del Plan, y de su vínculo y articulación con planes regionales y comunales de cambio climático	Promover la coherencia y sinergias intra e interministerial, para la implementación del Plan Sectorial de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático – Sector Infraestructura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generar instancias de coordinación y articulación para la implementación del Plan 2. Establecer un procedimiento para la revisión y cumplimiento de planes regionales y comunales de cambio climático en conjunto con las Secretarías Regionales Ministeriales de Obras Públicas 3. Establecer alianzas público - privada para la implementación de pilotajes y casos de estudios en materia de Economía Circular y resiliencia
14	Integración de criterios de cambio climático en estudios de pre-inversión y de evaluación ambiental de proyectos	Fortalecer la integración del cambio climático en etapas de estudios de pre-factibilidad y factibilidad de proyectos, así como también de proyectos que ingresen al SEIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar una guía metodológica para incorporar en los estudios de pre inversión la caracterización del riesgo climático actual y futuro, y proponer medidas adaptativas y de mitigación 2. Capacitar y trabajar en conjunto con las Direcciones del MOP sobre la aplicación de la guía metodológica

3.4.3.4 LE-8: Desarrollo de infraestructuras género-responsivas e inclusivas con participación pública

Finalmente, esta línea estratégica se desarrolla a través una medida y sus correspondientes acciones.

Tabla 32: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 8.

N°	Nombre de la Medida	Objetivo Específico	Acciones
12	Adecuación de los procesos participativos de obras con enfoque de género, intercultural e inclusión de grupos en situación de vulnerabilidad climática	Incorporar el impacto diferenciado que produce el cambio climático en las obras públicas adoptando un enfoque de género e intercultural	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adecuar los procesos de participación ciudadana desarrollados por el MOP para la inclusión desde etapas tempranas y en todo el ciclo de vida de los proyectos de grupos vulnerables al cambio climático y con enfoque de género, a fin de generar, a nivel de proyectos, medidas que disminuyan la vulnerabilidad social al cambio climático 2. Incentivar la contratación de mano de obra femenina



4

CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN





Para facilitar el seguimiento del cronograma, diferenciado por respectivas líneas estratégicas, se han clasificado las actividades según el siguiente código de colores:

Figura 20: Simbología de clasificación de actividades.



Adicionalmente, se han enumerado las 44 acciones en forma secuencial; y se ha precisado el título de cada acción mediante un resumen que facilite la lectura integral del cronograma.

LE-1: Desarrollo de infraestructura resiliente al cambio climático

MEDIDA		RESUMEN	2025	
1. Incorporación de análisis de proyecciones climáticas extremas en etapa de diseño de los proyectos: Diseños resilientes al cambio climático	1	Acción 1. Elaboración de Instructivo - Guía Orientadora de diseño resiliente para TdR	Metodología de adecuación de criterios de diseño	
			TdR para estudio básico de análisis de diseños resilientes	
	2	Acción 2. Diseño de infraestructura hídrica incorporando resiliencia	Estudio DGOP-BID Planes Maestros de Aguas Lluvias con consideraciones de cambio climático	
	3	Acción 3. Diseño de infraestructura vial resiliente (Manual de Carreteras)	Estudio DV para incorporación de cambio climático en Manual de Carreteras	
	4	Acción 4. Diseños resilientes para infraestructura de borde costero		
	5	Acción 5. Diseños resilientes para la edificación pública y aeroportuaria		
2. Incorporación de Soluciones basadas en la Naturaleza en la materialización de obras públicas	6	Acción 1. Programa de capacitación y sensibilización sobre los compromisos en SbN en la ECLP	Programa de capacitación en SbN y sensibilización sobre compromisos ECLP, con base en consultoría DGOP desarrollada en 2024	
	7	Acción 2. Hoja de ruta para el cumplimiento de las metas ECLP en SbN al 2030 y 2050	Catálogo de SbN para tipologías de obras MOP	
			Estudio básico de Planeamiento para análisis de SbN para la regulación y la provisión hídrica; y estudio DGOP para la gestión de humedales como SbN	

2026	2027	2028	2029
Instructivo general de diseño resiliente			
Estudio de análisis de diseños resilientes para aplicación en obras públicas, etapa 1		Estudio de análisis de diseños resilientes para aplicación en obras públicas, etapa 2	
Adecuación de TdR para nuevos Planes Maestros de Aguas Lluvia	Adecuación de TdR para diseños de defensas fluviales y control aluvional	Adecuación de TdR para diseños de embalses, obras de riego e infraestructura hídrica multipropósito	
	Adecuación de TdR para diseño de puentes, caminos y obras de drenaje vial		
		Diagnóstico para diseño resiliente en infraestructura de borde costero	Adecuación de TdR para diseños de infraestructura de borde costero
		Diagnóstico para diseño resiliente en infraestructura de edificación pública y aeroportuaria	Adecuación de TdR para diseños resilientes en infraestructura de edificación pública y aeroportuaria
Co-construcción de hoja de ruta para el cumplimiento de metas SbN en ECLP		Implementación de hoja de ruta para el cumplimiento de metas SbN en ECLP	
	Estudio de análisis hídrico en zonas de amortiguamiento costero		
	Desarrollo de pilotos en infraestructura hidráulica y/o costera a nivel macrozonal		Informe de evaluación de pilotos

LE-2: Gestión de riesgo climático en obras públicas para contribuir a aumentar la resiliencia de territorios

MEDIDA		RESUMEN	2025	2026
3. Desarrollo de infraestructura hídrica resiliente ante el cambio climático para el consumo humano	8	Acción 1. Definición de medidas de adaptación en grupos vulnerables de SSR	Estudio DGOP-BID de elaboración de medidas de adaptación en SSR para hacer frente a la sequía en SSR en Chiloé	Implementación de medidas de adaptación en SSR para hacer frente a la sequía en SSR en Chiloé
			Elaboración de TdR de estudio de enfoque metodológico para determinar SSR expuestos a sequía	Estudio de diagnóstico de los SSR vulnerables en zona centro norte (Coquimbo y Valparaíso), en coherencia con PERHC - DGA
	9	Acción 2. Guía de buenas prácticas para la adaptación al cambio climático de los SSR		
	10	Acción 3. Alternativas de infraestructura hídrica resiliente para el abastecimiento de agua para el consumo humano	Determinar las zonas costeras prioritarias para el desarrollo de infraestructura hídrica alternativa	Estudio INH para análisis de condiciones marítimas para localización de plantas desaladoras y medidas de adaptación en zonas de escasez hídrica. Zona prioritaria 1
			Estudio básico de planeamiento para análisis de infraestructura de desalación e interconexión hídrica en la Región de Coquimbo para adaptación frente al cambio climático, de acuerdo a la cartera del Plan Nacional de Infraestructura	
			Desarrollo de estudio de prefactibilidad para planta desaladora en Choapa y estudio de localización de una planta desaladora modular de emergencia en Limarí	
			Licitación de proyecto de desaladora en la Región de Coquimbo	Diseño para planta de osmosis inversa para SSR Comité El Esfuerzo (Choapa)
	11	Acción 4. Elaboración de Plan Nacional de Infraestructura Pública que incluya cartera y medidas de gestión hídrica, considerando escenarios de cambio climático y la adaptación de los recursos hídricos, e incorporación de cartera definida en procesos de gestión presupuestaria anual	Definición y difusión pública de la cartera de proyectos de infraestructura hídrica resiliente incorporada en el Plan Nacional de Infraestructura Pública (PNIP)	
			Generar instancia de coordinación entre el Plan de Cambio Climático para Infraestructura, el PACC-RH, los PERHC y el Plan Nacional de Infraestructura Pública, en un sistema de planificación hídrica del Ministerio de Obras Públicas	

	2027	2028	2029
	Difundir resultados de estudios a través de los Consejos Regionales de Cambio Climático (CORECC)		
	Lineamientos y directrices en TDR con medidas de adaptación en SSR de la zona centro norte		
	Estudio de diagnóstico de los SSR vulnerables en zona sur (Maule a Biobío), en coherencia con PERHC - DGA	Lineamientos y directrices en TDR con medidas de adaptación en SSR de la zona centro sur	
		Estudio de diagnóstico de los SSR vulnerables en zona sur austral (Los Lagos a Magallanes), en coherencia con PERHC - DGA	Lineamientos y directrices en TDR con medidas de adaptación en SSR de zona sur austral (Los Lagos a Magallanes)
	Difusión de resultados de estudios a través de los Consejos Regionales de Cambio Climático (CORECC)		
		Elaboración de guía de buenas prácticas	Aplicación de guía de buenas prácticas en al menos un proyecto de SSR
		Estudio INH para análisis de condiciones marítimas para localización de plantas desaladoras y medidas de adaptación en zonas de escasez hídrica. Zona prioritaria 2	
		Estudio de Factibilidad de planta desalinizadora Limarí y Estudio de Diseño planta desalinizadora Petorca	
			Inicio de implementación de al menos una planta desaladora en Región de Coquimbo
Incorporación de proyectos de infraestructura hídrica resiliente establecidos en el PNIP en los procesos anuales de gestión presupuestaria MOP (% de avance según etapas); de ellos se compromete incluir al menos 2 proyectos de desaladoras en regiones de Coquimbo y Valparaíso, en etapas de factibilidad y/o diseño			

4. Fortalecimiento infraestructura existente que potencialmente pueda ser afectada por eventos extremos relacionados con cambio climático	12	Acción 1. Análisis y diagnóstico de infraestructura afectada por eventos climáticos en los últimos 12 años (año base 2026)	Estudio básico de análisis hidráulico de eventos en zona central por inundaciones de junio y agosto de 2023	
			TdR para estudio de análisis, diagnóstico y recomendaciones de infraestructura afectada por eventos climáticos durante los últimos 12 años	Estudio de análisis, diagnóstico y recomendaciones de infraestructura afectada por eventos climáticos durante los últimos 12 años
	13	Acción 2. Adecuación de protocolos de respuesta en zonas propensas a pérdida de infraestructura por eventos extremos		
	14	Acción 3. Plan Nacional de Quebradas para la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático	Elaborar un manual para estudio de aluviones en quebradas	Aplicación del manual para estudio de aluviones en quebradas en caso de estudio con incorporación de cambio climático
5. Fortalecimiento de la resiliencia en la infraestructura de transporte	15	Acción 1. Implementación de metodología para identificación de red vial crítica en todas las regiones	Metodología piloto (red vial estructurante) aplicada en todas las regiones del país	
	16	Acción 2. Adecuaciones a metodología de identificación de la red vial crítica para integración de cambio climático y enfoque de género		Propuesta metodológica para la incorporación de la variable cambio climático en la definición de red vial crítica
	17	Acción 3. Contribución al desarrollo de un sistema integrado y multimodal de transporte interurbano de carga y pasajero, mediante operación y gestión eficiente de la infraestructura de transporte y modos asociados, con criterios de resiliencia climática y disminución de GEI por tonelada transportada	Estudio básico entre las regiones de Arica y Parinacota y Los Lagos, que analice el transporte de carga ferroviaria en función de las toneladas-kilómetro y evalúe las facilidades necesarias para habilitar centros de intercambio modal que faciliten el traspaso de carga hacia camiones	
	18	Acción 4. Fortalecimiento de un sistema resiliente de infraestructura de transporte frente a potenciales daños a la infraestructura por eventos extremos relacionados con cambio climático	Definición y difusión pública de la cartera de proyectos de infraestructura resiliente de conectividad incorporada en el Plan Nacional de Infraestructura Pública (PNIP)	
6. Mejoramiento de la gestión de residuos post desastres	19	Acción 1. Mesa de coordinación de gestión de residuos post desastre con MMA, SALUD y SENAPRED	Establecimiento de mesa de trabajo con gobernanza definida	Levantamiento de información sobre desastres previos
			Plan de trabajo para elaboración de protocolo de actuación de los servicios en la gestión de RCD por tipo de desastre	Elaboración propuesta de protocolo de gestión de residuos post desastre
	20	Acción 2. Capacitación a funcionarios sobre el manejo de residuos de demolición		

	Sistematización de información existente, incluyendo sistemas de reportería SIEMOP		
	Difusión de resultados de estudio y definición de criterios de implementación en TdR de proyectos futuros	Elaboración de instructivo para la reconstrucción considerando insumos del estudio	Implementación de instructivo para la reconstrucción, considerando los insumos del estudio, en caso de presentarse algún evento de desastre climático
	Efectuar instructivo para que las conservaciones mayores y reposiciones de infraestructura sean ejecutadas con criterio de resiliencia climática	Implementar instructivo en TdR para que las conservaciones mayores y reposiciones de infraestructura sean ejecutadas con criterio de resiliencia climática	
		Elaborar protocolo de respuesta y adecuaciones con integración de cambio climático a Manual de Operación de Embalses	Elaboración de los lineamientos para la reconstrucción, considerando los insumos del estudio de análisis y diagnóstico
	Marco legal para el manejo de quebradas, y plataforma SIG para planificación y gestión del riesgo en quebradas		Elaboración de Plan de Emergencias para aluviones en Quebradas
	Aplicación de metodología de red vial crítica con cambio climático en proyectos piloto	Diagnóstico y propuesta de mejoras a la metodología en general	
Incorporar proyectos de conectividad resiliente establecidos en el PNIP en los procesos anuales de gestión presupuestaria MOP (% de avance según etapas)			
	Pilotaje y validación del protocolo		
	Elaboración de contenidos de la capacitación	Capacitación de funcionarios sobre manejo de residuos de demolición	

LE-3: Desarrollo de obras públicas con atributos de circularidad

MEDIDA		RESUMEN	2025
7. Mejoramiento de la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en los proyectos de obras de infraestructura y edificación pública	21	Acción 1. Diagnóstico de actual Plan de Gestión de Residuos, propuesta de mejoras y meta progresiva	Informe de diagnóstico para el mejoramiento de PGR y elaboración de TDR para diseñar sistema de gestión y banco de materiales
			Supervisar la implementación y cumplimiento de PGR, revisión de implementación de planes de residuos en obras en 10 proyectos anuales
	22	Acción 2. Aprovechamiento de residuos de obras como material de relleno y/o insumo de nuevas obras	Implementación gradual, con al menos un 10% de los proyectos en construcción con Plan de Gestión 2024 que recicle o reutilice residuo
8. Incremento de la eficiencia en el uso del agua y energía en la ejecución de obras públicas	23	Acción 1. Incorporación de ahorro, reutilización de aguas grises o de lluvia y medidas de eficiencia energética en la ejecución de obras	Identificación de buenas prácticas para medidas de ahorro y reutilización de aguas grises o lluvias por tipología de proyectos
			Elaboración de TdR para estudio de línea base y propuestas de medidas de eficiencia
	24	Acción 2. Generación de directrices para la implementación de planes de gestión de uso de agua y energía durante la construcción de proyectos	

2026	2027	2028	2029
Consultoría para diseñar un sistema de gestión de RCD y banco de materiales MOP.			
Aplicación gradual del plan de mejora			
Aumento de la implementación, respecto del respectivo año anterior, en al menos un 10%.			
Desarrollar estudio de línea base y propuestas de medidas de eficiencia			
	Elaboración de instructivo para la implementación de planes de gestión de uso de agua y energía en la construcción de proyectos	Incorporación de directrices para implementación de planes de gestión de uso de agua y energía en Bases de Licitación y TdR	Reporte anual de ahorro de agua y energía en los proyectos en fase de construcción
	Capacitación a inspectores fiscales y contratistas		

LE-4: Ejecución de obras públicas que consideren en todo el ciclo de vida reducción de emisiones GEI

MEDIDA		RESUMEN	2025
9. Incorporación de la medición y gestión de la huella de carbono en proyectos de infraestructura y edificaciones públicas	25	Acción 1. Guía para la estimación y gestión de la huella de carbono con enfoque de ciclo de vida para proyectos de infraestructura y edificación institucional MOP	Elaboración de Guía HdC incorporando estrategias de diseño pasivo, eficiencia energética y ERNC, y diseño de programa de difusión
	26	Acción 2. Capacitación a profesionales MOP sobre el uso de la guía previamente publicada por el MOP	Elaboración de contenidos para el Plan de capacitación en HdC
	27	Acción 3. Aplicación de medición y Gestión de Huella de Carbono a nuevos proyectos de infraestructura y edificación pública.	Actualización de HdC del edificio del MOP Central (Morandé)
			Inventario de edificaciones MOP que han incorporado mejoras en eficiencia energética y ERNC, y propuesta de edificios MOP a intervenir en una región de la macrozona centro y sur
			Generación de lineamientos para intervención de edificios MOP e incluir en el Sistema de Reportería de Emisiones
			Medición de huella de carbono en 20 proyectos de infraestructura vial a nivel nacional
	28	Acción 4. Diseño pasivo, EE y ERNC en el ciclo de vida en edificación pública y obras aeroportuarias del MOP (DA y DAP)	
	29	Acción 5. Sistema de monitoreo y reporte, para la recolección y sistematización de la medición y gestión de la huella de carbono.	

2026	2027	2028	2029
Difusión de guía HdC			
Capacitación a profesionales de las direcciones regionales y nacionales en medición y gestión de HdC			
Intervención de edificios MOP priorizados en una región de macrozonas centro o sur (estimativamente 4 edificios por región)	Ampliación de inventario a restantes regiones de las macrozonas centro y sur y propuesta de edificios MOP a intervenir	Intervención de edificios MOP priorizados en restantes regiones de macrozonas centro y sur (estimativamente 4 edificios por región)	
Ampliación de inventario a macrozonas norte y austral, de las edificaciones MOP que ya han incorporado mejoras en eficiencia energética y ERNC y propuesta de edificios MOP a intervenir	Intervención de edificios MOP priorizados en macrozonas norte y austral (estimativamente 4 edificios por región)		
Estudio de levantamiento de línea base de casos con estrategias de reducción de emisiones en el MOP en los últimos 5 años. Año base 2019	Cuantificación de la reducción de emisiones de GEI de los proyectos de infraestructura pública identificados en el año 2025		
Trabajo interno de levantamiento de información, y sistema de reportería para captura de información	Pilotaje del reporte, y primera entrega de informe semestral	Informes semestrales de medición y gestión de la huella de carbono	

10. Impulso a la Economía Circular en las obras públicas mediante productos, materiales y tecnologías bajos en emisiones GEI	30	Acción 1. Catálogo de productos, materiales y tecnologías de construcción con atributos de circularidad y bajos en carbono	Consultoría de diagnóstico de Declaraciones Ambientales de Productos para materiales de construcción de la Dirección de Vialidad, con foco en la certificación sustentable de obras viales
			Generación de informe de productos, materiales y tecnologías que declaren el CO2 incorporado en ellos, con certificaciones respectivas
	31	Acción 2. Adecuación del Manual de Carreteras, Bases de Licitación y/o TdR para la incorporación de productos, materiales y tecnologías con atributos de circularidad y baja en emisiones.	
	32	Acción 3. Reporte para la recolección y sistematización de datos asociados a la medida	
	33	Acción 4. Análisis de tecnologías de mejoras de reducción de emisiones GEI en el desarrollo de pavimentos	Evaluación de utilización del módulo de emisiones GEI del software HDM-4 en proyectos de vialidad con distintos escenarios
			Análisis de proyectos de rehabilitación de pavimentos que generan mayores emisiones de GEI, para aplicación de mejoras tecnológicas

Difusión interna de Informe de productos, materiales y tecnologías que declaren el CO2 incorporado en ellos			
Incorporación de resultados del informe de productos, materiales y tecnologías bajo en carbono en guías o manuales MOP, tales como Manual de Carreteras, BALI y TdR, según corresponda			
Consultoría sobre especificaciones técnicas para el uso de materiales certificados en proyectos de infraestructura y edificación pública	Instruir la aplicación y uso de materiales bajo en carbono en las nuevas licitaciones de diseño y construcción		
	Incorporar el Índice de Calificación Sustentable (ICS) en el Manual de Carreteras		
	Construcción de sistema de reportabilidad	Implementación de piloto de sistema de reportabilidad y evaluación de su aplicación	Reporte anual de productos, materiales y tecnologías con atributos de circularidad y bajo en carbono usado en nuevos contratos
Estudio para realizar ACV de los diferentes tipos de pavimentos empleados en obras			
Capacitación en innovación y aplicación de nuevas tecnologías o métodos constructivos en proyectos de pavimentación	Incorporación en TdRs de diseño con la División de Ingeniería acorde a experiencias previas de innovación realizadas por el Laboratorio de Vialidad	Implementación de tecnologías definidas en 3 contratos de obras viales	

LE-5: Fomento de certificaciones de sostenibilidad en las obras públicas

MEDIDA		RESUMEN	2025
11. Incremento de certificaciones de edificación sustentable (CES) en los servicios MOP: Edificación pública y aeroportuaria	34	Acción 1. Proyectos de edificación pública con Pre-certificación CES en etapas de Diseño y Certificación CES en etapa de construcción	Propuesta metodológica de adecuación de Certificación CES para incorporación de HdC en el ciclo completo de la edificación
	35	Acción 2. Proyectos de edificación aeroportuaria con certificación en etapas de diseño y construcción	Desarrollo de estudio para la aplicación de Certificación de Sustentabilidad en la infraestructura aeroportuaria

LE-6: Planificación y gestión integral de inversiones para incorporar el cambio climático en obras públicas

MEDIDA		RESUMEN	2025
12. Incorporación de criterios de resiliencia y mitigación al cambio climático en los procesos de planificación, evaluación social de proyectos y gestión de inversiones ministeriales	36	Acción 1. Identificación de mejoras en la vinculación de proyectos de obras públicas que contribuyen a la adaptación y mitigación al cambio climático en el proceso de Gestión de Inversiones Ministerial (GDI)	<p>Análisis y proposición de adecuaciones al Anexo de Cambio Climático del Instructivo de Gestión de Inversiones (GDI) para el proceso presupuestario anual del MOP</p> <p>Implementación de adecuaciones al Instructivo GDI, incluyendo nuevo Anexo de Cambio Climático, para aplicación en proceso presupuestario del año t+2, con ajustes en el sistema exploratorio</p>
	37	Acción 2. Consideración de criterios de adaptación y mitigación en la elaboración o actualización de planes de inversión en infraestructura ministerial	Lanzamiento y difusión del Plan Nacional de Infraestructura Pública (Plan Director), considerando cambio climático y sostenibilidad estratégica
	38	Acción 3. Propuestas de adecuación al Sistema Nacional de Inversiones (SNI) para la integración de resiliencia en el desarrollo de infraestructura y edificación pública y uso del precio social del carbono en obras públicas	Estudio DGOP-BID para propuesta metodológica de integración de adaptación y mitigación en proyectos de infraestructura hídrica, en conjunto con MDSF

2026	2027	2028	2029
Propuesta técnica y solicitud de recursos para estudio de casos en proyectos pilotos DA	Desarrollo y finalización de estudio de análisis de casos de proyectos pilotos DA	30% del total de proyectos licitados con pre-certificación y certificación CES con cuantificación de HdC	60% del total de proyectos licitados con pre-certificación y certificación CES con cuantificación de HdC
	Capacitación e implementación a nivel nacional DA, a mandantes e instituciones que financian proyectos de inversión		
Evaluación de aplicación de certificación en cartera de proyectos aeroportuarios	Aplicación de Certificación de Sustentabilidad en proyectos aeroportuarios		

2026	2027	2028	2029
	Sistematización, consolidación y reporte de inversión y cantidad de proyectos de la cartera ministerial que están siendo ejecutados con criterios de adaptación al cambio climático (año t+1 y año t)		
Implementación de Instructivo GDI con Anexo de Cambio Climático, con lo cual los Servicios MOP y Direcciones Generales revisan y priorizan su cartera para el proceso presupuestario del año (t+1)	Implementación en régimen de Instructivo GDI con Anexo de Cambio Climático en proceso presupuestario del año t+1		
Capacitación y acompañamiento a los planificadores y formuladores regionales en la identificación de proyectos		Capacitación y acompañamiento a los planificadores y formuladores regionales en la identificación de proyectos	
Adecuación de la guía de elaboración de planes para la integración de criterios de cambio climático	Incorporación de criterios de cambio climático en los planes de inversión de infraestructura que desarrolle la Dirección de Planeamiento		
Elaboración de guías específicas: hídrica, conectividad (vial, aeroportuaria)	Elaboración de guías específicas: infraestructura de conectividad marítima - lacustre - fluvial; edificación pública		Guías específicas instruidas a todas las nuevas iniciativas de inversión de infraestructura que entran al SNIP
Elaboración de catálogo de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático por tipología de proyectos nuevos sin RS (vial, portuaria y aeroportuaria)	Pilotaje de proyecto con aplicación de metodología en infraestructura hídrica	Pilotaje de proyecto con aplicación de metodología en infraestructura de conectividad vial y aeroportuaria	Pilotaje de proyecto con aplicación de metodología en infraestructura de conectividad vial y aeroportuaria

LE-7: Generación de capacidades institucionales y coordinaciones para la implementación del Plan

MEDIDA		RESUMEN	2025
13. Mejoramiento de la coordinación y fortalecimiento de capacidades institucionales y territoriales para avanzar en la implementación del Plan, y su vínculo y articulación con planes regionales y comunales de cambio climático	39	Acción 1. Generar instancias de coordinación y articulación para la implementación del Plan	Elaboración de plan de trabajo general con Seremis MOP para inicio de implementación del Plan a nivel nacional
			Adecuación de institucionalidad de los Servicios Ejecutores MOP para el cumplimiento e implementación del Plan
	40	Acción 2. Establecimiento de procedimiento para revisión y cumplimiento de planes regionales y comunales de cambio climático	Elaboración de procedimiento para revisión de planes regionales y comunales, en conjunto con equipos de Seremis MOP
	41	Acción 3: Establecimiento de alianzas público - privado para la implementación de pilotajes y casos de estudios en materia de Economía Circular y resiliencia	Análisis de oportunidades de vínculo público-privado a través de acuerdos de producción limpia (APL) para desarrollo de nuevos materiales, tecnologías o revalorización de residuos
			Articulación con la industria de la construcción para la implementación de nuevos materiales, tecnologías o gestión de residuos en obras públicas
14. Integración de criterios de cambio climático en estudios de pre-inversión y de evaluación ambiental de proyectos	42	Acción 1. Guía metodológica para incorporar en estudios de pre-inversión la caracterización del riesgo climático y proponer medidas adaptativas y de mitigación.	Elaboración de TDR consensuados a nivel ministerial
		Acción 2. Capacitación y trabajo en conjunto con las direcciones sobre la aplicación de la guía metodológica.	

2026	2027	2028	2029
Levantamiento de necesidades diferenciadas en materia del Plan e inicio de aplicación a nivel regional por macrozonas priorizadas	Aplicación en régimen del Plan a nivel regional en macrozonas priorizadas grupo 1 e inicio de aplicaciones en regiones de macrozonas grupo 2	Aplicación en régimen del Plan a nivel regional	Aplicación en régimen del Plan a nivel regional
Sistematización de compromisos atingentes al MOP a nivel regional establecidos en Planes CC de escala regional y comunal	Seguimiento a compromisos de Planes CC regionales y comunales en base a mesas de articulación instaladas en las Seremis MOP		
Proposición de al menos un APL a la Agencia de Sostenibilidad y Cambio Climático (ASCC) para pilotear nuevos materiales en obras públicas y una en materia de resiliencia climática	Desarrollo de APL seleccionado para piloto de materiales y/o resiliencia climática		Sistematización del desarrollo del APL implementado y preparación de nuevo APL con la ASCC
Establecimiento de convenios y/o acuerdos de colaboración con rubros de la industria de la construcción, focalizados a materiales o prácticas circulares y resiliencia climática		Análisis y prospección de nuevos APL	
	Capacitación a equipos técnicos del MOP en desarrollo de la industria en materias de resiliencia y circularidad		
Desarrollo de estudio con una propuesta de guía metodológica por tipología de proyecto	Aplicación del estándar establecido en la guía metodológica para incorporar el cambio clima en los proyectos que entran al SEIA y los que ingresan a etapa de pre-factibilidad y factibilidad, y en estudios de evaluación ambiental		
	Diseño y contenido de la capacitación	Capacitaciones a los funcionarios de la DGOP y Direcciones Ejecutoras	

LE-8: Impulso al desarrollo de infraestructura de manera participativa, incorporando enfoque género-responsivo

MEDIDA		RESUMEN	2025
15. Adecuación de los procesos participativos de obras con enfoque de género, intercultural e inclusión de grupos en situación de vulnerabilidad climática	43	Acción 1. Adecuación de procesos de participación ciudadana para la inclusión de grupos vulnerables al cambio climático con enfoque de género	Integrar temática de cambio climático y acordar Plan de Trabajo en la Mesa MOP - Ministerio de la Mujer y Equidad de Género
			Elaboración de TDR para estudio de metodología de participación ciudadana de grupos vulnerables al cambio climático con multiculturalidad y enfoque de género desde etapas tempranas de proyecto
	44	Acción 2. Incentivar la contratación de mano de obra femenina	Participación en mesa de MMA - Ministerio de la Mujer y Equidad de Género para abordar el desarrollo de la mujer en construcción
			Elaboración del TdR para estudio de adecuación normativa

e inclusivo con grupos en situación de vulnerabilidad climática

2026	2027	2028	2029
	Generar normativa interna y procedimiento para formalizar la inclusión de grupos vulnerables al cambio climático, multiculturalidad y enfoque de género	Aplicación y monitoreo de instructivo en procesos participativos de proyectos MOP	
Desarrollo de estudio de participación ciudadana de grupos vulnerables al cambio climático		Capacitar a los equipos del MOP y empresas contratistas en los nuevos procesos, y difundir resultados de estudio y buenas prácticas dentro del MOP y a otros actores clave	
	Instrucción a servicios MOP de ajustes de normativa interna para propiciar contratación de mano de obra femenina en distintas tipologías de obras	Monitoreo de contratación de mano de Obra Femenina y evaluación de la implementación de la acción	Evaluación de la implementación de la medida, identificando oportunidades de mejora
Estudio con contraparte de la Mesa de Género MOP y la Mesa con MMA y MinMujeryEG	Construcción de base de datos desagregados por sexo para implementar acción		
	Elaborar contenidos de capacitaciones de integración de mano de obra femenina en obras MOP a inspectores fiscales y profesionales del área de construcción	Capacitaciones en integración de mano de obra femenina en obras MOP a inspectores fiscales y profesionales del área de construcción	



5

INSTITUCIONALIDAD





Durante el año 2022, el MOP instituyó una Unidad de Cambio Climático mediante la Resolución DGOP exenta N°8 del 2 de febrero, atendiendo a la importancia de estos desafíos dentro de la institución, lo cual fue reforzado en el año 2023, al adecuarse la orgánica institucional de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP), conformando la División de Infraestructura Sostenible, con el objeto de abordar desde una perspectiva integral el desarrollo sostenible de las obras públicas. A partir de esta decisión, la Unidad de Cambio Climático se potenció y redefinió como Departamento de Cambio Climático y Economía Circular, teniendo por objetivo “asesorar en la incorporación de cambio climático y Economía Circular en el quehacer del Ministerio de Obras Públicas, con la finalidad de avanzar en obras públicas resilientes y bajas en carbono” (MOP, 2023).

A su vez, en el año 2022 se creó el Comité Intra-ministerial de Cambio Climático, que aúna representantes de los Servicios MOP (Direcciones de Vialidad, de Obras Hidráulicas, de Obras Portuarias, de Aeropuertos, de Arquitectura y de Planeamiento, además de las Direcciones Generales de Concesiones y de Aguas), y con participación de representantes de los organismos autónomos relacionados con la Presidencia a través del Ministerio (Superintendencia de Servicios Sanitarios e Instituto Nacional de Hidráulica). El Comité integra a las Secretarías Regionales Ministeriales, a través de la participación de las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT) presentes en las 16 regiones. En el contexto de la elaboración del presente Plan, durante el año 2024 se fusionó el Comité Intra-ministerial con el Comité de Infraestructura Sostenible, redenominándose como Comité Nacional de Sostenibilidad y Cambio Climático MOP, para mayor eficiencia e integralidad de los esfuerzos ministeriales en la materia.

Respecto de la articulación extra-ministerial, el MOP, a través de la representación del Departamento de Cambio Climático y Economía Circular, integra el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), el cual, de acuerdo a la LMCC, constituye el órgano encargado de apoyar la elaboración, implementación y seguimiento de los instrumentos de gestión del cambio climático.

Los mecanismos de coordinación para la implementación y seguimiento de las medidas y acciones del Plan serán definidos en el marco del Comité Nacional. A su vez, la articulación con otros actores públicos y privados se efectuará a través de la creación y operación de mesas de trabajo, convenios, protocolos de acuerdo u otras iniciativas que permitan la eficiente y adecuada implementación del Plan, en estrecha colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente y el ETICC.

En relación a inversiones consideradas, el Plan contiene estudios básicos de las Direcciones de Planeamiento, Vialidad y Obras Hidráulicas vinculados con resiliencia climática e integrados a la nómina de respaldo del Proyecto de Ley de Presupuestos 2025; y se ha incluido además el costeo de iniciativas de conservación de edificación pública MOP a lo largo del periodo del Plan, conforme

al presupuesto habitual anual destinado a la Dirección de Arquitectura para ese propósito, programadas en forma diferenciada por regiones, teniendo por foco las obras de conservación necesarias para reducir y gestionar la huella de carbono e incrementar la eficiencia energética en los edificios MOP de las 16 regiones del país, para efectos de cumplir con las metas de mitigación establecidas en el Plan para los próximos 5 años.

Por otra parte, en lo concerniente a operación, se contemplan arreglos institucionales en los ítems de los gastos en personal existente a contrata, para efectuar análisis, capacitación y seguimiento a las actividades del Plan, principalmente en dependencias del nivel nacional del MOP; y se adicionan nuevas capacidades profesionales especializadas en materia de cambio climático y Economía Circular en los servicios MOP y en la DGOP a nivel regional, mediante reconversión de cupos disponibles en los distintos ejercicios presupuestarios durante el periodo de implementación del Plan, o con cargo a disponibilidad de futuros presupuestos del Ministerio. Asimismo, se consideran gastos en capacitación, equipamiento informático y estudios inherentes al giro de los servicios MOP en materia de adaptación y mitigación al cambio climático.

Finalmente, y en coherencia a lo establecido en el párrafo anterior, se espera que con la implementación del Plan se profundice la institucionalidad ministerial para atender a las materias de cambio climático y sostenibilidad, mediante la conformación o reforzamiento de unidades especializadas en las Direcciones del Ministerio y a nivel regional, incluyendo nuevas capacidades.



6

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ARClím	Atlas de Riesgo Climático
BC	Carbono Negro, por su sigla en inglés
BCN	Biblioteca del Congreso Nacional
BNE	Balance Nacional de Energía
CC	Cambio Climático
CCG PUC	Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica
CCVC	Contaminantes Climáticos de Vida Corta
CES	Certificación Edificio Sustentable
CH₄	Metano
CIGIDEN	Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

CMSCC	Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático
CO₂ eq	CO ₂ equivalente o equivalente de dióxido de carbono
CO₂	Dióxido de Carbono
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
CR2	Centro del Clima y la Resiliencia
DA	Dirección de Arquitectura
DAP	Dirección de Aeropuertos
DGA	Dirección General de Aguas
DGC	Dirección General de Concesiones
DGOP	Dirección General de Obras Públicas
DIRPLAN	Dirección de Planeamiento

DIS	División de Infraestructura Sostenible
DMC	Dirección Meteorológica de Chile
DOH	Dirección de Obras Hidráulicas
DOP	Dirección de Obras Portuarias
DV	Dirección de Vialidad
EC /CE	Comisión Europea (acrónimo en inglés)
ECLP	Estrategia Climática de Largo Plazo 2050
ERNC	Energías Renovables No Convencionales
ETICC	Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático
FE	Factor de Emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GRD	Gestión del Riesgo de Desastres
HdC	Huella de Carbono
HFC	Hidrofluorocarburos
HRCD	Hoja de Ruta RCD
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INH	Instituto Nacional de Hidráulica
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, por su sigla en inglés

IPPU	Procesos Industriales y Uso de Productos, por su sigla en inglés
ISGEI	Inventarios Sectoriales de GEI
LB	Línea Base
LMCC	Ley N° 21.455, Ley Marco Cambio Climático
MDSF	Ministerio de Desarrollo Social y Familia
MINAGRI	Ministerio de Agricultura
MINEDUC	Ministerio de Educación
MEN	Ministerio de Energía
MinCTCI	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
MinMinería	Ministerio de Minería
MINSAL	Ministerio de Salud
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
MTT	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
N₂O	Óxido Nitroso
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional, por sus siglas en inglés "Nationally Determined Contribution"

OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONEMI	Oficina Nacional de Emergencia, del Ministerio de Interior (actual SENAPRED)
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAC	Participación Ciudadana
PANCC	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
PARCC	Planes de Acción Regional de Cambio Climático
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PSA	Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático
PSM	Plan Sectorial de Mitigación al Cambio Climático
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
RRD	Reducción del Riesgo de Desastres

REM	Remociones en Masa
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SEMAT	Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio (actual DIS)
SENAPRED	Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial
SERNAGEOMIN	Servicio Nacional de Geología y Minería
SIEMOP	Sistema de Emergencia Ministerial
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios
SSR	Servicios Sanitarios Rurales
TdR en EE y CA	Términos de referencia estandarizados con parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental, según zonas geográficas del país y según Tipología de Edificios (DA MOP).
TdR	Términos de Referencia
UNOPS	Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura

7

GLOSARIO

Adaptación al Cambio Climático: acción, medida o proceso de ajuste al clima actual o proyectado o a sus efectos en sistemas humanos o naturales, con el fin de moderar o evitar los daños, reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia o aprovechar las oportunidades beneficiosas (ley N° 21.455).

Análisis de Ciclo de Vida: recopilación y evaluación de entradas, salidas y de los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto a través de su ciclo de vida (NCh3423:2022).

Año Base: último año con un Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) disponible, para este informe se utilizó el INGEI 2020.

Cambio Climático: cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (ley N° 21.455).

Carbono Negro (BC): forzante climático, que forma parte del material particulado fino ($MP_{2,5}$), principal contaminante atmosférico en Chile.

Categorías y Sectores del INGEI: En el INGEI, las estimaciones de emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero se dividen en sectores principales, que son grupos de procesos, fuentes y sumideros relacionados. Estos son: Energía; Procesos, Industrias y Uso de productos (IPPU), Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) y Residuos. Luego, cada sector comprende categorías individuales (p.ej. en el Sector Energía se incluye la Categoría Transporte) y subcategorías (p. ej. automóviles) (MMA, 2023).

Certificación Edificio Sustentable (CES): Sistema nacional de Certificación de Calidad Ambiental y Eficiencia Energética para edificios de usos públicos. Permite evaluar, calificar y certificar el grado de sustentabilidad ambiental de un edificio de lograr niveles adecuados de calidad ambiental interior, con un uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones, sin diferenciar propiedad y/o administración pública o privada (CES, 2023).

Ciclo de Vida: todas las etapas consecutivas e interrelacionadas en la vida de un objeto bajo consideración (NCh3423:2022).

Contribución Determinada a Nivel Nacional: instrumento que contiene los compromisos de Chile ante la comunidad internacional para mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero e implementar medidas de adaptación, de conformidad con lo dispuesto por el Acuerdo de París y la Convención, Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2022).

Costo-Efectividad: principio para la gestión del cambio climático que establece que se priorizarán aquellas medidas que, siendo eficaces para la mitigación y adaptación, sean las que representen menores costos económicos, ambientales y sociales, considerando los costos indirectos de la inacción para la adaptación (ley N° 21.455).

Economía Circular: es una alternativa atractiva que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Respaldada por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social y se basa en tres principios: Eliminar residuos y contaminación desde el diseño; Mantener productos y materiales en uso; Regenerar sistemas naturales. (© Ellen MacArthur Foundation (2022) Definiciones).

Efectos adversos del Cambio Climático: cambios en el medio ambiente, provocados por el cambio climático, que tienen consecuencias nocivas en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas, en la salud y el bienestar humano, o en los sistemas socioeconómicos (MMA, 2024).

Eficiencia Energética: lograr un mismo resultado consumiendo menos energía, sin disminuir la calidad de vida, o la calidad de los productos o servicios entregados (Ministerio de Energía, 2022b).

Escenario de Línea Base: aquel escenario en que Chile no realiza ninguna acción para mitigar el Cambio Climático, también denominado de referencia o Business as Usual (BAU). En base a esos supuestos se proyectan las emisiones del país desde el 2020 hasta el 2050.

Esfuerzo de Mitigación Sectorial: aquel equivalente a la meta de mitigación sectorial, es decir, la cantidad de emisiones de GEI que el sector debe dejar de emitir o reducir para que sus emisiones totales no sobrepasen su presupuesto sectorial de emisiones de GEI (MMA, 2024).

Estrategia Climática de Largo Plazo: instrumento reconocido en el Acuerdo de París, en el que se definen los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a treinta años para el cumplimiento del objeto de la ley N° 21.455. Dentro de sus contenidos más relevantes en materia de mitigación destacan la definición de un presupuesto nacional de emisiones de Gases de Efecto Invernadero al año 2030 y 2050, y de los presupuestos de emisión para cada uno de los sectores que establece la ley al 2030. Adicionalmente, contiene lineamientos en materia de adaptación al cambio climático, así como de evaluación de riesgos, considerando la vulnerabilidad de cada sector específico (MMA, 2022).

Factor de Emisión: coeficiente que cuantifica las emisiones o absorciones de un gas por unidad de actividad. Los factores de emisión suelen basarse en una muestra de datos de medición, promediados para desarrollar un índice representativo de emisión para un nivel de actividad determinado en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento (IPCC, 2019).

Fenómeno Meteorológico Extremo: fenómeno meteorológico raro en determinado lugar y época del año. Aunque las definiciones de raro son diversas, la rareza normal de un fenómeno meteorológico extremo sería igual o superior a los percentiles 10° ó 90° de la estimación de la función de densidad de probabilidad observada. Por definición, las características de un fenómeno meteorológico extremo pueden variar de un lugar a otro en sentido absoluto.

Un comportamiento extremo del tiempo puede clasificarse como fenómeno meteorológico extremo cuando persiste durante cierto tiempo (por ejemplo, una estación), especialmente si sus valores promediados o totales son extremos (por ejemplo, sequía o precipitación intensa a lo largo de una temporada) (IPCC, 2013).

Gas de Efecto Invernadero: componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera o por las nubes, considerados por la Convención y por la Enmienda de Kigali o las que las reemplacen (ley N° 21.455).

Generación Distribuida: generación distribuida permite a hogares, escuelas, negocios, entre otros (los llamados clientes regulados), el derecho a autoabastecer su consumo eléctrico a través de equipos de generación propia (en base a fuentes de energía renovable o de cogeneración eficiente) e inyectar los excedentes de energía a la red, recibiendo una compensación económica por ello (Fundación Endesa, 2024)

Gestión del Cambio Climático: conjunto de políticas, planes, programas, regulaciones, normas, actos administrativos, instrumentos, medidas o actividades relacionadas con la mitigación o adaptación al cambio climático, a nivel nacional, regional y local. La gestión del cambio climático comprenderá, entre otras, las medidas que tengan por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del cambio climático, prevenir los riesgos asociados a éste, así como aprovechar las oportunidades beneficiosas y aumentar la resiliencia climática (MMA, 2024).

Grupos Vulnerables: segmento de la población que presenta alto riesgo vinculado a los efectos adversos del cambio climático, por tratarse de grupos ya marginados o en condiciones previas de vulnerabilidad (MMA, 2024).

Indicador: información que puede ser utilizada por los mecanismos de control para monitorear y ajustar las acciones que un determinado sistema o proceso emprende para alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos (ISO9001:2015).

Infraestructura Sostenible (IS): se refiere a proyectos de infraestructura que son planificados, diseñados, construidos, operados y desmantelados de manera que garanticen la sostenibilidad económica y financiera, social, ambiental (incluida la resiliencia climática) e institucional durante todo el ciclo de vida del proyecto (BID, 2019).

Huella de Carbono: conjunto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalentes (Ministerio del Medio Ambiente, s.f.).

Meta de Mitigación Sectorial: cantidad de emisiones de GEI que el sector debe dejar de emitir para que sus emisiones totales no sobrepasen a su presupuesto sectorial de emisiones de GEI (MMA, 2024).

Mitigación al Cambio Climático: acción, medida o proceso orientado a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y otros forzantes climáticos, o restringir el uso de dichos gases como refrigerantes, aislantes o en procesos industriales, entre otros, o a incrementar, evitar el deterioro o mejorar el estado de los sumideros de dichos gases, con el fin de limitar los efectos adversos del cambio climático (ley N° 21.455).

Neutralidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero: estado de equilibrio entre las emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero antropogénicas, en un periodo específico, considerando que las emisiones son iguales o menores a las absorciones (MMA, 2024).

Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático: instrumento articulador a partir del cual se definirá la política pública de adaptación frente a los efectos del cambio climático en el largo plazo (ley N° 21.455). El Plan Nacional de Adaptación es una de las metas establecidas en el Plan de acción nacional sobre cambio climático 2008-2012 (PANCC).

Plan Sectorial de Mitigación del Cambio Climático: instrumento que establecerá un conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber Gases de Efecto Invernadero, de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones asignado a cada autoridad sectorial en la Estrategia Climática de Largo Plazo (MMA, 2022).

Potencial de Mitigación o Potencial de Reducción de Emisiones: cantidad de reducciones netas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero que se pueden lograr mediante una opción de mitigación determinada en relación con una línea base de emisiones específica. Las reducciones netas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero son la suma de las emisiones reducidas y/o de los sumideros mejorados (MMA, 2024).

Presupuesto Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: cantidad máxima permitida de emisiones de Gases de Efecto Invernadero acumulada a nivel nacional en un periodo determinado y que representa la suma de las emisiones totales de dichos gases en cada año comprendido en el periodo respectivo definida para cumplir la meta del Acuerdo de París (MMA, 2022).

Presupuestos de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: concepto introducido por el IPCC, para identificar cuánta es la masa total de CO₂eq que queda por emitir a la atmósfera con tal de no sobrepasar un escenario de 1.5°C de calentamiento global. Este enfoque releva la importancia que tienen las emisiones de CO₂eq acumuladas en el tiempo en el Cambio Climático, y que pueden representar un riesgo latente, más que un nivel de emisiones alcanzado en algún año en particular (MMA, 2021).

Resiliencia Climática: capacidad de un sistema o sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos adversos del cambio climático, manteniendo su función esencial, conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (ley N° 21.455).

Riesgos vinculados al Cambio Climático: aquellas consecuencias potencialmente adversas para sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos asociados con tales sistemas. En el contexto del cambio climático, pueden surgir riesgos de los impactos potenciales del cambio climático, así como de las respuestas humanas al mismo (MMA, 2024).

Soluciones basadas en la Naturaleza: acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que abordan desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica o el riesgo de desastres, de manera eficaz y adaptativa, al mismo tiempo que proporcionan beneficios para el desarrollo sustentable y la biodiversidad (ley N° 21.455).

Sumidero: reservorio de origen natural o producto de la actividad humana, en suelos, océanos o plantas, que absorbe una mayor cantidad de gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero que la cantidad que emite, lo que debe ser contabilizado considerando todos los insumos del proceso (MMA, 2024).

Vida Útil: periodo de tiempo luego de la instalación durante el cual una obra de construcción o sus partes cumplen o exceden el o los requisitos de desempeño (NCh3423:2022).

Vulnerabilidad al Cambio Climático: propensión o predisposición a ser afectado negativamente por los efectos adversos del cambio climático. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación de los ecosistemas, comunidades, territorios o sectores (ley N° 21.455).

8

BIBLIOGRAFÍA

- Bloomberg Philanthropies. (2023). Global Reach Local Impact.
- Centro de Cambio Global UC. (2023). Evaluación de Término Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022. MOP.
- CES. (2023). Manual de Evaluación y Calificación Edificios de uso Público: Sistema Nacional de Certificación de calidad ambiental y eficiencia energética para edificios de usos públicos.
- Dazé, A. T. (2019). Alignment to Advance Climate-Resilient Development: Overview brief 2: Getting Started on Alignment. Support Project for the Implementation of the Paris Agreement.
- Dirección Meteorológica de Chile. (2023). Reporte anual de la evolución del clima en Chile.
- EBP. (2024). Análisis para el cumplimiento de los compromisos MOP en mitigación establecidos en la ECLP. MOP.
- Ellen MacArthur Foundation. (25 de Septiembre de 2024). ¿Qué es una Economía Circular? Obtenido de <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>
- IPCC. (2013). Glosario. En Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del IPCC.
- IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación.
- IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Geneva, Switzerland.
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2022). Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública.
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2023). Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP) para el proceso de inversión pública.
- MMA. (2020). Atlas de Riesgos Climáticos. Obtenido de <https://arclim.mma.gob.cl/>

- MMA. (2021). Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile. Santiago de Chile.
- MMA. (2022). Ley 21.455: Ley Marco de Cambio Climático.
- MMA. (2023). Informe del Inventario Nacional de Chile 2022: Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2020. Chile.
- MMA. (24 de Septiembre de 2024). Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. Obtenido de <https://snichile.mma.gob.cl>
- MOP. (2017). Plan de Adaptación y Mitigación de los servicios de infraestructura al cambio climático 2017-2022.
- MOP. (2018). Diagnóstico de la vulnerabilidad de las obras del MOP y medidas de adaptación al cambio climático.
- MOP. (2022). Procedimiento de Marcación en Sistema Exploratorio para Iniciativas de Inversión vinculadas con Cambio Climático.
- MOP. (2024). Análisis de aplicabilidad de Soluciones basadas en la Naturaleza para obras públicas del MOP.
- Naciones Unidas. (1 de Diciembre de 2024). Naciones Unidas: Acción por el Clima. Obtenido de Acuerdo de París: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- PNUD. (20 de Agosto de 2024). Ebullición global: por qué es importante este concepto durante la ola de calor. Obtenido de <https://www.undp.org/es/argentina/noticias/ebullicion-global-por-que-es-importante-este-concepto-durante-la-ola-de-calor#:~:text=29%20de%20Enero%20de%202024,que%20se%20haya%20registrado%20jam%C3%A1s%20>
- Rozas, P., & Sanchez, R. (2004). Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual. División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL, Santiago de Chile.
- Schipper, E. A.-C. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.
- Thacker S, A. D.-S. (2021). Infrastructure for climate action. UNOPS, Dinamarca.
- UNDRR. (1 de Diciembre de 2023). Oficina de las Naciones Unidad para la Reducción del Riesgo de Desastres. Obtenido de www.undrr.org/es
- Watkins, G. G., Contreras Casado, C., Silva Zuniga, M. C., Bhattacharya, A., Jeong, M., & Amin, A.-L. (2019). Atributos y Marco para la Infraestructura Sostenible. BID. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0001723>
- WMO. (20 de Agosto de 2024). July sets new temperature records. Obtenido de <https://wmo.int/media/news/july-sets-new-temperature-records>



9

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	PÁG.
12.1 TABLAS	
Tabla 1: Amenazas climáticas que pueden interrumpir los servicios de conectividad territorial	23
Tabla 2: Amenazas climáticas extremas que afectan los servicios que presta la infraestructura de protección del territorio	23
Tabla 3: Observaciones Recibidas en etapa de Participación Ciudadana Temprana y Consulta Ciudadana	35
Tabla 4: Sector Energía: emisiones de GEI (kt CO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2020	38
Tabla 5: INGEI de Chile: emisiones de GEI (Mt CO ₂ eq) por autoridad, serie 2010-2020	40
Tabla 6: Asignación sectorial del presupuesto de emisiones del período 2020-2030 (MtonCO ₂ eq)	41
Tabla 7: Línea base MOP por cada componente del INGEI, para el año 2018	41
Tabla 8: Asignación original de categorías del INGEI al MOP	42
Tabla 9: Categorías asignadas al MOP con participación directa	43
Tabla 10: Categorías asignadas al MOP con participación indirecta	44
Tabla 11: Esfuerzos de mitigación medidas de mitigación del MOP (escenarios realista y optimista) 2020-2030	46
Tabla 12: Amenazas climáticas y su significancia por macrozona sobre los servicios de infraestructura y la edificación pública	48
Tabla 13: Potenciales impactos de las amenazas climáticas sobre los servicios de infraestructura y edificación pública.	50
Tabla 14: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de exceso de precipitaciones.	53
Tabla 15: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de déficit de precipitaciones	55
Tabla 16: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de vientos extremos y variables costeras.	56
Tabla 17: Servicios expuestos a riesgo climático derivado de temperaturas extremas.	57
Tabla 18: Factores de vulnerabilidad de los servicios de conectividad territorial.	59
Tabla 19: Factores de vulnerabilidad de los servicios de protección del territorio ante eventos extremos.	60
Tabla 20: Factores de vulnerabilidad de los servicios de provisión y conservación de la edificación	61

Tabla 21: Inversión en recuperación temprana y permanente e inversión / Plan Reconstrucción Inundaciones 2023	62
Tabla 22: Fases y etapas para las iniciativas de inversión.	68
Tabla 23: Tabla de medidas y líneas Estratégicas asociadas.	71
Tabla 24: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 1.	73
Tabla 25: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 2.	74
Tabla 26: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 3.	75
Tabla 27: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 4.	76
Tabla 28: Resumen de medida de mitigación en coayudancia.	77
Tabla 29: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 5.	77
Tabla 30: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 6.	78
Tabla 31: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 7.	78
Tabla 32: Resumen de medidas referidas a línea estratégica 8.	79

12.2 FIGURAS

	PÁG.
Figura 1: Esquema de instrumentos estratégicos del MOP, relacionados con sostenibilidad.	19
Figura 2: Organigrama Ministerio de Obras Públicas.	20
Figura 3: Tipologías de Soluciones basadas en la Naturaleza para el MOP.	27
Figura 4: Principios de Economía Circular en la cadena de valor de la construcción.	28
Figura 5: Total Asistentes Proceso Participativo.	33
Figura 6: Asistentes Proceso Participativo, por Región.	34
Figura 7: INGEI de Chile: emisiones de GEI totales (kt CO ₂ eq) por sector, serie 1990-2020.	38
Figura 8: Actividades de quema de combustible: emisiones de GEI (kt CO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2020.	39
Figura 9: INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI (Mt CO ₂ eq) por autoridad, serie 2010-2020	40
Figura 10: El riesgo climático y sus componentes.	47
Figura 11: Mapas anuales y estacionales de anomalías estandarizadas de la temperatura mínima y máxima, respecto al promedio 1981-2010.	49
Figura 12: Amenaza a centros urbanos debido al cambio en los eventos de precipitación extrema entre el periodo presente y futuro.	52
Figura 13: Distribución geográfica del índice combinado de amenaza futura de sequía hidrológica, periodo 2025-2060.	54
Figura 14: Índice de aumento en frecuencia de oleaje para el periodo futuro en caletas de pescadores.	56
Figura 15: Índice de amenaza futura de ola de calor, periodo 2025-2060.	57
Figura 16: Gastos aproximados por eventos extremos.	61
Figura 17: Definición de medidas según análisis de ciclo de vida.	69
Figura 18: Clasificación de medidas según ámbitos.	70
Figura 19: Esquema estructura del Plan.	72
Figura 20: Simbología de clasificación de actividades.	81

10

ANEXO: FICHAS DE LAS MEDIDAS DEL PLAN





El contenido íntegro y el formato de las fichas de las quince medidas del Plan se descargan en el link:

<https://cambioclimatico.mop.gob.cl/plan-cc-sector-infraestructura/>

O escanee el siguiente código QR:



Las Fichas de las Medidas incorporan los siguientes contenidos, acorde a lo solicitado por el Ministerio de Medio Ambiente, a través de las Guías para la Elaboración de Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación:

Medidas de Adaptación, que buscan aumentar la resiliencia del país mediante la gestión del riesgo climático en obras públicas:

- Objetivo específico (OE)
- Lineamiento Estratégico (LE)
- Descripción y resultado esperado
- Indicador
- Institución responsable y colaboradora
- Alcance tanto territorial como de beneficiarios
- Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP, Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, NDC, NDC
- Sinergia con otras políticas públicas
- Acciones por año y estimación de costos
- Posibles fuentes de financiamiento.
- Supuestos

