

IDENTIFICACIÓN DE CRITERIOS DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA OBRAS MOP

RESUMEN EJECUTIVO | NOVIEMBRE 2024



Ministerio de
Obras
Públicas

Gobierno de Chile



IDENTIFICACIÓN DE CRITERIOS DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA OBRAS MOP
CH-R1017-P003

Contraparte Técnica

Ministerio de Obras Públicas

Evelyne Medel
Liliana Calzada
María Teresa Alarcón

Contraparte Mandante

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Cristián Navas
Rodrigo Rojo
Hipólito Talbot

Equipo del Proyecto

EBP Chile SpA
Antonio Espinoza
Mauricio Villaseñor
Paola Valencia
Daniela López
Tomás Saiz

Edición, Diseño y Diagramación

Adela Martínez Camacho

Fotografías

Archivo Ministerio de Obras Públicas

Santiago de Chile, noviembre de 2024

TABLA DE CONTENIDOS

Acrónimos	4
1. Introducción	6
2. Objetivos Consultoría	9
2.1 Objetivo General Consultoría	9
2.2 Objetivos Específicos Consultoría	9
3. Alcance Resumen Ejecutivo	11
4. Términos y definiciones	13
5. Marco Conceptual	19
5.1 Estado del arte Internacional sobre políticas y estrategias en economía circular	19
5.2 Estado del arte nacional sobre políticas, estrategias en EC	24
5.3 Normas Internacionales y nacionales	25
5.4 Compromisos MOP de Economía Circular	28
5.5 Referencias de buenas prácticas de Economía Circular en Construcción	30
5.6 Diagnóstico del sector construcción en Chile	34
6. Diagnóstico Implementación MOP	38
6.1 Gobernanza	38
6.2 Tipologías de proyectos o servicios por Dirección	39
6.3 Priorización de brechas y oportunidades	43
7. Estrategia de implementación	48
7.1 Definición de Economía Circular para el MOP	48
7.2 Objetivos de la Estrategia	49
7.3 Estructura de Implementación	49
8. Medidas de circularidad propuestas, con temporalidad, sinergia e indicadores	61
8.1 Medidas de circularidad propuestas	61
8.2 Oportunidades de sinergia entre Direcciones	70
9. Conclusiones	72
10. Bibliografía	75
11. Anexos	80
11.1 Anexo 1 Oportunidades de Sinergia entre Direcciones	80

ACRÓNIMOS

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
ARUP	Firma Global de consultores de ingeniería, diseño, planificación y gerenciamiento de proyectos. Cede principal en Londres Reino Unido.
BIM	Building Information Modelling
CES	Certificación de Edificio Sustentable
DA	Dirección de Arquitectura
DAP	Dirección de Aeropuertos
DAP	Declaración Ambiental de Producto
DGC	Dirección General de Concesiones
DIS	División de Infraestructura Sustentable
DIRPLAN	Dirección de Planeamiento
DGA	Dirección General de Aguas
DGOP	Dirección General de Obras Públicas
DOH	Dirección de Obras Hidráulicas
DOP	Dirección de Obras Portuarias
DV	Dirección de Vialidad
EC	Economía Circular
ECLP	Estrategia Climática de Largo Plazo
EPD	Environmental Product Declaration
ERNC	Energías Renovables No Convencionales
HdC	Huella de Carbono
IF	Inspección Fiscal
ISO	Organización Internacional de Normalización
MMA	Ministerio del Medio Ambiente de Chile
MOP	Ministerio de Obras Públicas de Chile
MPS	Materias Primas Secundarias
NCh	Norma Chilena
NDC	Contribuciones Nacionales Determinadas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PGRCD	Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
TdR	Términos de Referencia



1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el Ministerio de Obras Públicas de Chile (en adelante MOP) ha avanzado pasos firmes en la implementación de medidas de sustentabilidad, mitigación y adaptación al cambio climático¹. Este proceso comienza en 2016 con el desarrollo y publicación de la Política de Sustentabilidad Ambiental (MOP, 2016)², y con la publicación en 2017 del Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático publicado el año 2017 (MOP, 2017). Ambos documentos, liderados por la Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio (SEMAT) de la Dirección General de Obras Públicas, actual División de Infraestructura Sustentable (DIS), han aportado con un marco estratégico que ha facilitado la implementación de diversas medidas, que incluyen la incorporación de la certificación CES a los proyectos de arquitectura, el desarrollo de una versión aeropuertos de la misma certificación, la emisión de bonos verdes soberanos, la elaboración informes ambientales en todas las obras y la incorporación de áridos reciclados en pavimentos, entre otras.

Junto con lo anterior, en el año 2024 se ha actualizado el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático, que busca orientar la política de acción climática del Ministerio entre los años 2025 y 2029, dando cumplimiento a los compromisos establecidos en la Estrategia Climática de Largo Plazo 2050 ECLP (MMA, 2021) y otros instrumentos relevantes.

En materia de Economía Circular, se incluye este concepto en el actual Plan, en parte por estar incorporado en el objetivo 2 del sector de Infraestructura de la ECLP³, en la NDC y por política interna del ministerio. 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 estos instrumentos 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. Por otra parte, avanzar en la incorporación de economía circular en la edificación e infraestructura, utilizando el enfoque de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) permite promover una gestión eficiente de los recursos y fomentar la utilización de materia prima secundaria de manera de reducir el uso de materia prima primaria, siempre que no afecte los estándares de calidad técnica exigidos.

¹ Se incorporan en Anexo 1 Medidas con avance reportadas el año 2023 sobre los avances del Plan de adaptación al cambio climático del sector infraestructura al año 2022

² <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/items/9fef4df3-438e-43b6-bbea-0167425cd2ac>

³ 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.

El MOP ha contribuido significativamente durante los últimos años en el desarrollo, promoción e implementación de la Economía Circular en el sector construcción de Chile. Entre los casos más relevantes se destaca que fue un actor muy relevante en la elaboración de la Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035 (Construye 2025, 2020); por otra parte, ha participado activamente en el desarrollo de normas técnicas nacionales de construcción sustentable y Economía Circular impulsadas tanto por MOP como por otros organismos públicos como Minvu y MMA. Fue la primera institución pública en implementar el Plan de Gestión de RCD, bajo los lineamientos de la NCh3562, en sus proyectos, además, ha sido pionero en la incorporación de materia prima secundaria en algunas de sus obras, estas iniciativas lo han destacado como un líder nacional en la temática.

Esta consultoría tuvo el propósito de identificar criterios de circularidad que puedan ser aplicados en el ciclo de vida de proyectos de infraestructura y edificación pública desarrollados por el Ministerio. Asimismo, trabajó en la identificación de las brechas existentes para lograrlo. Esto se desarrolló a través de un análisis de diferentes instrumentos de política pública, estratégicos y de experiencias nacionales e internacionales de circularidad en la construcción. Como producto de esta consultoría se desarrolla una estrategia de Implementación basada en cuatro modelos de circularidad, criterios, medidas e indicadores de seguimiento. Esta estrategia plantea medidas de corto mediano y largo plazo para ser implementadas en las diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos del Ministerio.





Ministerio de
Obras Públicas
Obras Hidráulicas
Línea Potable Rural
1996

Oficina de Chile

de Obras Públicas
Obras Hidráulicas
Línea Potable Rural
1996

1996

2. OBJETIVOS ESTUDIO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar e identificar los criterios de Economía Circular, en experiencias internacionales comparables y la industria nacional para ser aplicables a las obras MOP (infraestructura y edificación pública), considerando un enfoque centrado en análisis de ciclo de vida de los proyectos, contribuir a mitigar y adaptarse al cambio climático.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Desarrollar un marco conceptual respecto del vínculo entre las políticas de cambio climático y Economía Circular.
- b) Realizar un levantamiento de atributos, criterios y medidas de circularidad de posible aplicación en las distintas etapas del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura y edificación pública; identificando las brechas para su implementación y los mecanismos para abordarlas.
- c) Proponer un listado concreto de recomendaciones para la incorporación de criterios de circularidad en los proyectos MOP (según tipologías) en las diferentes etapas del ciclo de vida, considerando a corto, mediano y largo plazo, en pos del cumplimiento de metas comprometidas por el MOP en los diferentes instrumentos relacionados con Economía Circular.
- d) Identificar la gobernanza y las oportunidades de sinergias entre Direcciones MOP, en relación con la gestión de residuos y reutilización de materiales a fin de establecer mecanismos internos de colaboración.
- e) Definir indicadores que permitan evaluar a futuro (mediano y largo plazo), los resultados de la incorporación de los criterios circulares y la implementación de las recomendaciones propuestas.



3. ALCANCE ESTUDIO

El presente documento corresponde al resumen ejecutivo del estudio “Identificación de criterios de Economía Circular para obras MOP” y cuyo alcance abarca los siguientes temas:

- Presentación del Marco Conceptual, es decir presentación del estado del arte internacional y nacional en políticas, estrategias, marco regulatorio, marco normativo y experiencias prácticas de incorporación de EC en el sector construcción.
- Identificación de brechas y oportunidades de implementación de criterios de circularidad a partir del análisis de la gobernanza del MOP, tipologías de proyectos, instrumentos técnicos y experiencias de implementación de medidas de economía circular en el MOP.
- Propuesta de estrategia de implementación de criterios y medidas de circularidad en los proyectos MOP.
- Propuesta de medidas de circularidad para los diferentes tipos de proyectos MOP en sus diferentes etapas del ciclo de vida e identificación de oportunidades de sinergias entre Direcciones.
- Definir indicadores y métricas que permitan evaluar a futuro (mediano y largo plazo) los resultados de la incorporación de los criterios circulares recomendaciones y medidas y evaluar los resultados en términos de beneficios ambientales, sociales y económicos.

HOSPITAL DE CURICÓ



4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los propósitos del presente estudio, se aplican los siguientes términos y definiciones:

Término	Definición
Acuerdo de París	<p>El Acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante. Fue adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.</p> <p>Su objetivo es limitar el calentamiento mundial a muy por debajo de 2, preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales.</p> <p>Para alcanzar este objetivo de temperatura a largo plazo, los países se proponen alcanzar el máximo de las emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un planeta con clima neutro para mediados de siglo.</p> <p>El Acuerdo de París es un hito en el proceso multilateral del cambio climático porque, por primera vez, un acuerdo vinculante hace que todos los países se unan en una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos.</p>
	<p>Fuente (UNFCCC, 2015)</p>
Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	<p>Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas, y los impactos ambientales potenciales de un sistema de productos o producto durante su ciclo de vida.</p>
	<p>Fuente ISO 14044 (ISO, 2006)</p>
Cogeneración energética	<p>La cogeneración se define como la producción conjunta, en un proceso secuencial, de energía mecánica y/o eléctrica y energía térmica útil.</p>
	<p>Fuente (IDAE, Fecha de consulta: 15/05/2024) (IDAE, Fecha de consulta: 15/05/2024)</p>
Coprocесamiento	<p>Uso de materiales de desecho adecuados en los procesos de fabricación con el propósito de recuperar energía y recursos y reducir en consecuencia el uso de combustibles y materias primas convencionales mediante su sustitución.</p>
	<p>Fuente (UNEP, 2011)</p>
Diseño para la circularidad	<p>Diseño y desarrollo basado en los principios de la economía circular.</p>
	<p>Fuente ISO/TR 56004 (ISO, 2019)</p>
Disposición final de RCD	<p>Procedimiento de eliminación de RCD mediante su depósito definitivo en instalaciones autorizadas.</p>
	<p>Fuente NCh3562 (MINVU, 2019)</p>

Término	Definición
Estrategia Climática de Largo Plazo	<p>Es el instrumento que define los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a 30 años, para hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático; transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones; reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático; y así, dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia. La Estrategia Climática de Largo Plazo es la hoja de ruta que contiene las metas que permitirán alcanzar estos objetivos a más tardar al 2050.</p>
	<p>Fuente (MMA, Fecha de consulta: 15/06/2024)</p>
Ecodiseño	<p>Integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida de un producto.</p>
	<p>Fuente ISO 14.006 (ISO, 2020)</p>
Ecoetiqueta	<p>Sistema de calificación ambiental que certifica que ciertos productos o servicios tienen un menor impacto en el medio ambiente.</p>
	<p>Fuente ISO 14.024 (ISO, 2018)</p>
Ecoetiqueta tipo I	<p>Son otorgadas por una tercera parte que ejerce como entidad certificadora y abarcan todo el ciclo de vida del producto o servicio. Estas ecoetiquetas son consideradas las más creíbles, ya que son otorgadas por una entidad independiente que verifica el cumplimiento de los criterios ambientales.</p>
	<p>Fuente ISO 14.024 (ISO, 2018)</p>
Ecoetiqueta tipo II	<p>Autodeclaraciones ambientales tipo II: Son indicaciones proporcionadas por el propio fabricante, sin certificadores independientes.</p>
	<p>Fuente ISO 14.021 (ISO, 2016)</p>
Ecoetiqueta tipo III	<p>Declaraciones ambientales de Producto (DAP): Consisten en una descripción detallada del impacto ambiental de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida. Estas declaraciones proporcionan un nivel de detalle mayor que los otros dos tipos de ecoetiquetas.</p>
	<p>Fuente ISO 14.025 (ISO, 2006)</p>

Término	Definición
	<p>La economía circular (EC) constituye un cambio profundo en las formas de producción y consumo, pues plantea la necesidad de dejar atrás la lógica del extraer-producir-consumir-botar, para avanzar hacia un modelo en que los materiales que entran en el ciclo económico se aprovechan durante el mayor tiempo posible o incluso de forma indefinida.⁴</p>
	<p>Fuente (MOP, 2020)</p>
	<p>Sistema económico que utiliza un enfoque sistémico para mantener un flujo circular de recursos, mediante la recuperación, conservación o aumento de su valor, contribuyendo al desarrollo sostenible.</p>
	<p>Fuente ISO/DIS 59.040 (ISO, 2023)</p>
<p>Economía circular</p>	<p>Marco de solución de sistemas que aborda desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los desechos y la contaminación. Se basa en tres principios, impulsados por el diseño: eliminar los residuos y la contaminación, hacer circular productos y materiales (en su máximo valor) y regenerar la naturaleza.</p>
	<p>Fuente (Fundación Ellen MacArthur, 2013)</p>
	<p>Una economía que es restauradora y regenerativa por diseño, y que tiene como objetivo mantener los productos, componentes y materiales en su máxima utilidad y valor en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos.</p>
	<p>Fuente (RICS, 2024)</p>
	<p>La huella de carbono nace como una medida de cuantificar y generar un indicador del impacto que una actividad o proceso tiene sobre el cambio climático, más allá de los grandes emisores.</p>
	<p>La huella de carbono se define como el 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, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos.</p>
	<p>Fuente (MMA, Fecha de consulta: 15/05/2024)</p>
<p>Huella de Carbono</p>	<p>Orden de preferencia de manejo, que considera como primera alternativa la prevención en la generación de residuos, luego la reutilización, el reciclaje de estos o de uno o más de sus componentes y la valorización energética de los residuos, total o parcial, dejando como última alternativa su eliminación, acorde al desarrollo de instrumentos legales, reglamentarios y económicos pertinentes.</p>
	<p>Fuente Ley REP (MMA, 2016)</p>
	<p>Cualquier material recuperado de un uso previo o de residuos y que sustituye a los materiales primarios.</p>
	<p>Fuente EN15643 (UNE, 2021)</p>

⁴ Definición que se usará para efectos de este estudio.

Término	Definición
NDC	<p>Las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés) son el núcleo del Acuerdo de París y de la consecución de esos objetivos a largo plazo. Las contribuciones determinadas a nivel nacional encarnan los esfuerzos de cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los efectos del cambio climático. El Acuerdo de París (Artículo 4, párrafo 2) requiere que cada Parte prepare, comunique y mantenga las sucesivas contribuciones determinadas a nivel nacional que se proponga lograr. Las Partes adoptarán medidas nacionales de mitigación con el fin de alcanzar los objetivos de esas contribuciones.</p>
	<p>Fuente (UNFCCC, Fecha de consulta: 15/05/2024)</p>
Política ambiental	<p>Requisito de desempeño detallado aplicable a la organización o a partes de ella, que tiene su origen en los objetivos ambientales y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos.</p>
	<p>Fuente ISO 14.001 (ISO, 2015)</p>
Reciclaje	<p>Operación de recuperación mediante la cual los materiales residuales se procesan formando productos, materiales o sustancias, bien para su función original o bien para una función distinta.</p>
	<p>Fuente EN 15.643 (UNE, 2021)</p>
Recuperación	<p>Operación de tratamiento de residuos que tiene como propósito, la sustitución de otros recursos o la preparación los residuos destinados a tal uso.</p>
	<p>Fuente EN 15.643 (UNE, 2021)</p>
Rehabilitación	<p>Modificación y mejoras a una construcción existente con el fin de dejar su estado de acuerdo con el uso esperado y cumpliendo la reglamentación vigente.</p>
	<p>Fuente EN 15.643 (UNE, 2021)</p>
Reparación	<p>Acción de reparación para restaurar un producto a una condición necesaria para que el producto funcione de acuerdo con su propósito original.</p>
	<p>Fuente ISO/DIS 56.004 (ISO, 2019)</p>
Residuo	<p>Sustancia u objetivo que su generador desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente.</p>
	<p>Fuente Ley REP (MMA, 2016)</p>
Responsabilidad extendida del productor (REP)	<p>El fabricante o importador deberá hacerse cargo del producto una vez terminada su vida útil, debiendo cumplir metas de reciclaje establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente. La REP, implica que los productores de productos prioritarios deben cumplir con ciertas obligaciones tales como registrarse, organizar y financiar la gestión de residuo, cumplir metas de recolección y valorización a través de alguno de los sistemas de gestión y asegurar que el tratamiento de los residuos recolectados se realice por gestores autorizados.</p>
	<p>Fuente Ley REP (MMA, 2016)</p>

Término	Definición
Reutilización	<p>Cualquier operación por la que los productos o componentes que no son residuos se vuelven a utilizar para el mismo fin para el que se concibieron, o se utilizan para otros fines sin procesarlos de nuevo.</p>
	<p>Fuente EN 15643 (UNE, 2021)</p>
Simbiosis industrial	<p>Es un enfoque colaborativo en el que distintas empresas e industrias intercambian y comparten recursos, como residuos, energía y agua, para mejorar la eficiencia en su uso. Este concepto impulsa la reutilización y el reciclaje de materiales, convirtiendo los desechos en insumos valiosos para otros procesos.</p>
	<p>Fuente (MMA, Fecha de consulta: 15/05/2024)</p>
Sistema de Gestión Ambiental (SGA)	<p>Parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales.</p>
	<p>Fuente ISO 14.001 (ISO, 2015)</p>
Tratamiento	<p>Operaciones de valorización y eliminación de residuos.</p>
	<p>Fuente Ley REP (MMA, 2016)</p>
Trazabilidad	<p>Capacidad para rastrear la historia, la aplicación y la ubicación de lo que está bajo consideración.</p>
	<p>Fuente ISO/DIS 56.004 (ISO, 2019)</p>
Valorización	<p>Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética</p>
	<p>Fuente Ley REP (MMA, 2016)</p>
Valorización energética	<p>Empleo de un residuo con la finalidad de aprovechar su poder calorífico.</p>
	<p>Fuente Ley REP (MMA, 2016)</p>



5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL SOBRE POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS EN ECONOMÍA CIRCULAR

5.1.1 Políticas, estrategias y reglamentos

En este capítulo se realizó un análisis de cada instrumento de política pública de cambio climático (CC) y de economía circular (EC) de las organizaciones y países que se presentan a continuación y se realiza un breve análisis de cómo estos instrumentos pueden aportar a las políticas de EC del MOP:



- **Naciones Unidas**
- **Latinoamérica**
 - ✓ **México**
 - ✓ **Costa Rica**
 - ✓ **Colombia**
- **Unión Europea**
- **Países de Europa**
 - ✓ **Países Bajos**
 - ✓ **Francia**
 - ✓ **España**
- **Reino Unido**

Los criterios de selección de países y organizaciones fueron dos: el primero basado en la literatura internacional la cual indica qué países han avanzado más en estos temas y el segundo criterio está asociado a la cantidad de información disponible de cada país u organización (en el caso de la Unión Europea).

Naciones Unidas

El 27% de los Compromisos Nacionalmente Determinados (NDC) presentados el año 2020 para la COP25, mencionan explícitamente la economía circular (EC) como parte de sus medidas de mitigación. Además, las referencias a la economía circular en las NDC son a menudo marcos o instrumentos de política que especifican cómo se implementarán, medirán o informarán las medidas de EC⁵.

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) “la economía circular es esencial para combatir el cambio climático”⁶. Esta frase está fundada en que en la actualidad se ha identificado que la extracción y el uso de materiales representan el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Circle Economy Fundation, 2021). Eso significa que, si queremos reducir drásticamente las emisiones, debemos poner el foco en las “áreas críticas” de consumo no sostenible y en la producción en sectores de alto impacto, como son la manufactura, las edificaciones y la construcción. Un ejemplo de esto es lo que señalan estudios de la fundación Ellen Mac Arthur donde se plantea que, a través de un uso más eficiente y circular de tan solo el cemento, acero, plástico y aluminio, se podría propiciar una reducción mundial de las emisiones de GEI en un 40% para 2050⁷.

Dado lo anterior, se estima que, al incorporar enfoques de economía circular en los compromisos de cambio climático y en particular asociados a industrias de manufactura y construcción, los países pueden agilizar la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono junto con proteger el entorno natural y crear puestos de trabajo verdes.

Latinoamérica

Dentro de Latinoamérica se analizó además de Chile a Costa Rica, Colombia y México, identificando mayor avance en estos temas en los dos primeros. Es así como **Costa Rica** establece desde el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 (MINAE, 2018) lineamientos de EC asociados a modelos de negocio, uso de ecoetiquetas, compras públicas sostenibles y diferentes medidas de gestión y tratamiento de residuos e indicadores. Se desataca que la Estrategia Nacional de Economía Circular (MINAE, 2023) se hace referencia directa a lineamientos para el sector construcción e infraestructura y en especial al sector de Obras Públicas. Además, fomenta directamente el diseño de sistemas de revalorización para RCD y planes de estudio asociados a estos temas en las facultades de Ingeniería y arquitectura, por medio de líneas de acción e indicadores de seguimiento, como monto asociado a revalorización y número de personas capacitadas.

Por otra parte, **Colombia** cuenta con una Estrategia Nacional de Economía Circular (MinA-
mbiente, 2019), muy completa, la cual considera un sistema de indicadores reportes semes-

⁵ <https://www.learningfornature.org/en/building-circularity-into-nationally-determined-contributions/#:~:text=As%20of%202023%20only%202027,part%20of%20their%20mitigation%20measures>

⁶ <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-es-la-economia-circular-y-como-ayuda-a-combatir-el-cambio-climatico>

⁷ <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-es-la-economia-circular-y-como-ayuda-a-combatir-el-cambio-climatico>

trales de seguimiento, lo que permite entender, en el tiempo, la evolución que va teniendo este país en esta materia. Por otra parte, Colombia ha desarrollado e implementado un reglamento para el sector construcción, Resolución N° 1257 (MinAmbiente, 2021), con exigencias de metas para grandes generados y de contar con Planes de Gestión y reportabilidad para todos los generadores, sin embargo, se ha identificado cierta brecha de cumplimiento asociado a falta de fiscalización entre otras.

Finalmente, **México**, que a pesar de que el NDC de México (Secretaría de Medio Ambiente, 2020) si incorpora referencias a EC, no se profundiza en lineamientos o medidas de EC para el sector construcción. Por otra parte, no existen estrategias, leyes o reglamentos asociados a gestión de residuos o EC para el sector construcción e infraestructura, sólo existe un Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición de la Cámara Mexicana de la Industria de la construcción (CMIC, 2013). Este Plan busca establecer estrategias y metas de gestión, organizacional y financieras para que el sector pueda manejar los residuos de forma más responsable.

Desde este contexto, se pudo identificar que los países de Latinoamérica estudiados incorporan, al igual que Chile, lineamientos de EC en sus instrumentos de política de CC, principalmente lo hacen por medio de la actualización de su NDC o por la ECLP correspondiente. Se destaca que en las ECLP de Costa Rica y Chile se profundiza sobre EC para el sector construcción e infraestructura. Por otra parte, Colombia, Costa Rica y Chile cuentan con Estrategia Nacional, sin embargo, los dos primeros países profundizan más sobre lineamientos para el sector construcción e infraestructura que lo que se hace en la Estrategia de Chile denominada Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040 (MMA, 2021). A su vez, se destaca el trabajo de construcción y gestión de indicadores de EC que lleva Colombia en los últimos tres años. Finalmente, relacionado con reglamentos, se observa que sólo Colombia cuenta con Reglamento que regula la gestión de RCD y establece la obligación de contar con Plan de Gestión más metas de reducción que van incrementando en exigencia con el tiempo.

Unión Europea

La Unión Europea (UE), cuenta con un paquete de medidas denominada “Pacto Verde Europeo” que vinculan instrumentos de CC y de EC con el fin de apoyar una transición ecológica de los diferentes sectores productivos. Dentro de este paquete de medidas, se considera un sistema de indicadores y herramientas de evaluación y seguimiento para las políticas de EC como el sistema LEVEL(s). Con relación a la reglamentación para RCD, a diferencia de Chile, la UE cuenta con Directivas Europeas que han reglamentado la gestión de RCD desde fines del siglo pasado, siendo muy relevantes la Directiva 2008/98/CE marco sobre residuos (UE, 2008), por incorporar el principio de jerarquía y reciclaje, y la actualización del año 2018 por incorporar el enfoque de EC y restricciones para eliminación. Además, la UE ha avanzado en criterios de ecodiseño en el reglamento de diseño ecológico (actualización de la directiva 2009/125/CE), como en establecer lineamientos para algunas exigencias para materia prima secundaria.

Países de Europa

Además de analizar los documentos de la UE, se analizó en forma independiente las políticas de EC de España, Francia Países Bajos y Reino Unido por ser países con importantes avances en este tema.

En el caso de **España**, todos los instrumentos políticos de CC⁸, ponen en valor la EC como medida de mitigación (descarbonización) y también de adaptación al CC, donde se destacan medidas relacionadas a uso racional de recursos naturales, así como el impacto proyectado de la EC en el PIB, en la generación de empleo y en el rol que tiene la EC en la transición económico, tecnológica y energética del país. Con respecto a instrumentos de EC, España cuenta con la **Estrategia Española de Economía Circular** (MITECO, 2019) y **Plan de Acción de Economía Circular 2021- 2023** (MITECO, 2021), que entregan lineamientos, medidas e indicadores de seguimiento de circularidad para el sector construcción entre otros sectores. Por otra parte, desde el año 2008 el país dispone del **Real Decreto (RD) 105/2008** (Presidencia, 2008) sobre gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD). Junto con lo anterior, desde el sector privado se ha desarrollado la **Economía Circular en el Sector de la Construcción. Rumbo 2030** (Conama, GBCe y Asociación RCD, 2018) que también establece medidas e indicadores de seguimiento en EC para el sector construcción.

En **Francia**, por medio de instrumentos como **Ley N° 2015-992, relativa a la transición energética para el crecimiento verde** (TEPCV, en sus siglas en francés) (Gob. Francés, 2015) y la **Ley N° 2020-105, relativa a la lucha contra los residuos y la economía circular** (Gov. francés, 2020), conocida como ley AGEC, entregan un marco de trabajo para implementar medidas de EC, considera varias disposiciones a favor del reciclaje de residuos de construcción y metas de reducción obligatorias a las constructoras y municipios, exigiendo planes de gestión en obra, trazabilidad de la información dentro y fuera de la obra.

Por otra parte, **Países Bajos** ha implementado el **Programa Nacional de Economía Circular 2023-2030** (Gob. of Netherland, 2023) que considera medidas como, reducir el uso de materias primas, la sustitución de materias primas primarias por materias primas secundarias, la extensión de la vida útil del producto y el aseguramiento de calidad. Otro documento relevante de Países Bajos es “Circular Infrastructure: the road towards a sustainable future” (Delft University of Technology, 2022), que se focaliza en la importancia de la EC en infraestructura, estableciendo medidas, estrategias e indicadores y donde abordan temas destacados como:

⁸ Ley de Cambio Climático y Transición Energética (Gob. España, 2021), Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (MTERD, 2021), Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (MITECO, 2021), Estrategia de Transición Justa (MIDECO, 2019) y la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (Gob. España, 2020).

- Contratación circular
- Medición de circularidad
- Estrategias de diseño circular
- Innovaciones técnicas y de materiales.
- Pasaportes de materiales y estrategia de datos.
- Acceso a información sobre mercados circulares
- Información sobre plataformas e iniciativas regionales de la cadena de suministro

Por último, **Reino Unido** cuenta con una Estrategia Nacional denominada **“Our Waste, Our Resources: A Strategy for England”** (HM Gov UK, 2018), que promueve el uso eficiente de recursos y eliminar los desechos evitables de todo tipo para 2050. Esta estrategia establece medidas como la incorporación, a partir de 2025, de algunos materiales de construcción a la Ley de responsabilidad extendida del productor, se destacan algunos casos de estudio y analiza cómo BIM puede ayudar en la optimización de uso de recursos en las primeras etapas del proyecto. Desde el sector privado se ha publicado un documento referencial denominado **Circular construction, Building for a greener UK economy** (Green Alliance, 2023), que establece recomendaciones de medidas que se pueden implementar en todo el ciclo de vida de un proyecto para reducir el uso de material prima virgen y una lógica de análisis de gestión de materiales y RCD. Por último, Reino Unido cuenta con **“The Site Waste Management Plans Regulations 2008”** (UK Gov, 2008), que es un set de reglamentos que exigen contar con un Plan de Gestión en Obra y establecen lineamientos para una gestión ambientalmente responsable de los RCD.

Como conclusión de esta sección, se identifica que la gran mayoría de los países europeos analizados considera Estrategia de EC para el sector construcción formalizada desde el estado, en la cual tienden a incorporar lineamientos, metas, medidas e indicadores de seguimiento para el ciclo completo del proyecto y por último se identifica que todos los países cuentan con reglamentos y planes de gestión para RCD.

5.1.2 Documentos estratégicos internacionales sobre Economía Circular para Construcción

Por otro lado, existe una amplia variedad de documentos de carácter internacional que entregan lineamientos para implementar criterios de circularidad en construcción que fueron relevantes para este estudio, debido a que definen principios de construcción circular, prevención de generación de residuos desde el diseño y construcción, buenas prácticas, estrategias de diseño y herramientas. Entre los documentos más relevantes se destacan:

- First Steps Towards a Circular Built Environment (Fundación Ellen McArthur, 2022) Desarrollada en conjunto con la empresa global ARUP, establece una hoja de ruta hacia una economía circular para la construcción y el uso de edificios.
- Circular Buildings Toolkit (Fundación Ellen MacArthur+ARUP, revisado en marzo 2024) Herramienta para incorporar circularidad en la etapa de diseño. Se basa en tres principios, impulsados por el diseño: eliminar los residuos y la contaminación, hacer circular productos y materiales y regenerar la naturaleza.

- Circularity in the Built Environment: Maximizing CO2 Abatement and Business Opportunities (World Economic Forum, 2023). Documento que entrega lineamientos para implementar circularidad en construcción y establece indicadores, ambientales y económicos.
- The OECD Inventory of Circular Economy indicators (OECD, 2021). Este documento recopila 474 indicadores relacionados a EC en específico Indicadores ambientales, de gobernanza, económicos de infraestructura, tecnología y sociales, que serán considerados en la etapa de definición de criterios e indicadores.
- Categorization system for the circular economy (European Commission, 2020). Este documento, desarrollado por la Comisión Europea, para asesorar sobre la promoción y financiamiento de proyectos de economía circular en la UE. Incorpora una categorización de criterios de circularidad a partir de cuatro modelos o principios, que son; Modelos de diseño circular; de uso circular; de recuperación de valor y Modelos de gestión y plataformas. Este documento sienta las bases para la estructura de la estrategia de circularidad propuesta para el MOP.

5.2 ESTADO DEL ARTE NACIONAL SOBRE POLÍTICAS, ESTRATEGIAS EN EC

Trasladándonos a la realidad en temas de política pública nacional, Chile dispone con una estrategia nacional de EC denominada **Hoja de Ruta para un Chile Circular 2040** (MMA, 2021), la cual establece acciones para Infraestructura pública tanto en la Iniciativa 7 de normas técnicas, como en la Iniciativa N°8 de Compras Circulares. En ambas iniciativas se establecen el compromiso de “Incorporar criterios y/o requisitos de circularidad en las obras de infraestructura pública y/o de viviendas sociales financiadas por el Estado, como, por ejemplo, los requisitos mínimos de incorporación de materiales secundarios”.

Para el sector construcción se han desarrollado dos documentos estratégicos uno desarrollado por organismos del sector público, liderados por el Programa Estratégico de Corfo Construye 2025, el cual se denomina **“Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035”** (Construye 2025, 2020), que establece lineamientos de gestión ambientalmente responsable de los recursos de la construcción utilizados en el ciclo completo de un proyecto, bajo las directrices establecidas en 5 pilares estratégicos que responden a las principales brechas identificadas en el diagnóstico realizado entre los años 2018 y 2019. El segundo documento, fue desarrollado por actores del sector privado y liderado por la CChC y el Instituto de la Construcción y se denomina **Estrategia de Economía Circular en Construcción (2021-2025)** (CChC, 2021), la cual establece metas y acciones para ser ejecutadas por el sector privado hasta el 2025 en seis Ejes asociados a Formación, Marco Normativo, Benchmarking y Difusión, Innovación, Incentivos y Colaboración.

Con respecto a reglamentos, no existen reglamentos específicos para la gestión de RCD a lo largo de su cadena de valor, sólo existen referencias para algunas de sus etapas desde otros reglamentos como el **DS 47/1992 Ordenanza General de Urbanismo y construcción** (Minvu, 2020) el cual da lineamientos básicos de gestión de residuos en obra y man-

data a disponer los escombros en lugares autorizados. Sin embargo, está en proceso de tramitación el **Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos de Actividades de la Construcción y Demolición** (Minsal, 2021), el cual establece obligaciones y condiciones para generadores, gestores, sitios de transferencia, valorización y eliminación de RCD y se estima que este reglamento podría habilitar una gestión ambientalmente responsable de los RCD a nivel nacional, dado que permitirá resolver la mayoría de las brechas regulatorias actualmente existentes.

5.3 NORMAS INTERNACIONALES Y NACIONALES

Al realizar un análisis de la normativa internacional se identifica una transición desde los estándares convencionales de gestión ambiental hacia la economía circular por medio de un cambio hacia enfoques más holísticos y sostenibles para las operaciones productivas, enfatizando la importancia de la conservación de recursos, la reducción de desechos y la gestión ambiental a largo plazo. Para efectos de este estudio, se clasificaron las normas en los siguientes grupos:

- Gestión Ambiental
- Ecodiseño
- Economía Circular
- Gestión de Residuos de Construcción y Demolición



1. Gestión Ambiental: A nivel internacional y en el marco de las normas ISO se destaca la familia de normas ISO 14000 que abarcan diferentes ámbitos de la gestión ambiental, desde entregar directrices como metodologías de desarrollo de procesos y evaluación; directrices sobre principios, sistemas y técnicas; vocabulario; evaluación de desempeño ambiental. En este grupo se destacan las siguientes normas:

- a. ISO 14001:2015: Esta norma especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que una organización puede utilizar para mejorar su desempeño ambiental.
- b. ISO 14004:2016 Proporciona orientación adicional a la ISO 14001 sobre el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión ambiental.
- c. ISO 14020:2000 - Etiquetas y declaraciones ambientales - Principios generales, establece las directrices para el desarrollo y uso de las etiquetas y declaraciones ambientales. Las normas de la familia ISO 14020 son normas que definen y entregan directrices sobre los tipos de etiquetas ecológicas, tales como ecoetiqueta tipo I, II y III.

También han sido muy utilizadas para el sector construcción las normas de la familia ISO 14040 las que definen y entregan directrices para análisis de ciclo de vida en la gestión ambiental.

- d. ISO 14040:2006 Gestión ambiental "Análisis del ciclo de vida – Principios y Marco de referencia", describe los principios y el marco de referencia para el análisis del ciclo de vida (ACV) y para construcción y análisis del inventario del ciclo de vida (ICV).

- e. ISO 14044 :2006 - Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - Requisitos y directrices, proporciona los requisitos detallados para la correcta ejecución del ACV.

Por otra parte, las normas de la familia ISO 14060, entregan lineamientos y requisitos para el diseño e implementación de un sistema de gestión de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidos, directa o indirectamente, por un individuo, una organización o un producto específico. A continuación, se destacan:

- f. ISO 14064-1:2019 Gases de efecto invernadero - Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.
- g. ISO 14067-1:2019 Gases de efecto invernadero — Huella de carbono de productos — Requisitos y directrices para cuantificación, especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y el informe de la huella de carbono de un producto (HCP), de manera coherente con las Normas Internacionales de evaluación del ciclo de vida (ACV) (ISO 14040 e ISO 14044). También se especifican los requisitos y directrices para la cuantificación de una HCP parcial. Aborda una sola categoría de impacto: el cambio climático.

En relación con el cálculo de Huella de Carbono de edificación e infraestructura se utiliza a nivel global la norma europea norma EN 15978:2011 “Sostenibilidad de las obras de construcción - Evaluación del desempeño ambiental de los edificios - Método de cálculo”, que establece etapas del ciclo de vida de un Proyecto y cada etapa tiene una serie de módulos en dónde se debe levantar información del consumo de energía y/o emisiones asociadas a las mismas.

Con respecto al desarrollo normativo de gestión ambiental en Chile, se ha desarrollado un proceso de adopción de todas las normas ISO indicadas previamente, a excepción de la norma EN 15978. Sin embargo, la norma europea se ha estado utilizando en el cálculo de huella de carbono de edificaciones según requerimiento de mandante. Para que se pueda formalizar su utilización en instrumentos de política pública, se hace necesario su adopción a NCh.



- 2. Ecodiseño:** Las normas de ecodiseño surgieron como respuesta a la necesidad de gestionar el impacto ambiental en el diseño y desarrollo de productos. La primera norma internacional específica sobre ecodiseño es de la familia de las normas ISO 14000 y en particular es la ISO14006:2020 Sistemas de gestión ambiental - Directrices para incorporar el ecodiseño. Esta norma busca minimizar el impacto ambiental, cumplir con regulaciones legales, mejorar la reputación de las organizaciones, ahorrar costos y fomentar la innovación en la creación de productos más sostenibles y ecoeficientes, por medio de proporcionar pautas para incorporar el ecodiseño en los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) durante todo el ciclo de vida de los productos, abordando aspectos como el uso de recursos naturales, la energía, los materiales, las emisiones de contaminantes y la generación de residuos y describe las diferentes etapas que debe incluir cualquier proyecto de ecodiseño.



En cuanto al desarrollo normativo de ecodiseño en Chile se desarrolló una adopción de la norma ISO 14.006 que viene a aportar al trabajo en esta línea. Sin embargo, también se ha trabajado en una serie de normas asociadas a sostenibilidad para la construcción que permiten integrar Indicadores de sostenibilidad para productos y proyectos de construcción y que aportan a tener criterios de medición al momento de incorporar ecodiseño en NCh3418:2017, NCh 3419:2017, NCh3423:2017 y NCh3048:2017.

3. Economía Circular: El año 2024 se publica la serie ISO 59000 Economía Circular, que entrega los cimientos metodológicos y de aplicabilidad de modelos circulares en organizaciones y empresas. Además de establecer mecanismos de medición y evaluación, establecer medios para comunicar los impactos ambientales de los productos y promueven en uso de materias primas secundarias. En esta serie se destacan las siguientes normas:

- a. La ISO 59004:2024 Economía Circular – Vocabulario, principios y guía para la implementación.
- b. La ISO 59010:2024 Economía Circular - Orientación sobre la transición de los modelos empresariales y sus cadenas de valor.
- c. La norma ISO 59020:2024 Economía Circular – Medición y evaluación de la circularidad.
- d. La norma ISO 59040:2024, titulada "Economía Circular – Ficha de Circularidad del Producto".
- e. La norma ISO 59014:2024, titulada "Economía Circular – Gestión ambiental".

Por otra parte, al desarrollo normativo de ecodiseño en Chile, aún no se ha realizado la adopción, sin embargo, se ha estado trabajando en un grupo de normas para habilitar de economía circular en el sector construcción y que son las siguientes:

- a. prNCh3835 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de desempeño circular – Vocabulario y marco de referencia para atributos e indicadores de circularidad.
- b. prNCh3836 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de desempeño circular – Materiales, productos y elementos de construcción. Al 05/2024 en comité de Anteproyecto.
- c. prNCh3837 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de desempeño circular - Sistemas constructivos.
- d. prNCh3838 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de desempeño circular – Planificación y diseño de proyectos de edificación e infraestructura.
- e. prNCh3839 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de desempeño circular - Construcción de proyectos de edificación e infraestructura.



f. prNCh3840 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de desempeño circular - Planificación y diseño de Barrios y entornos construidos.

g. prNCh3841 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de desempeño circular - Planificación, diseño y operación de Ciudades circulares.

4. Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD): Actualmente existen dos normas chilenas que entregan los lineamientos para una gestión adecuada de RCD en obra, así como para auditorías y reportabilidad. Las normas indicadas son:

h. NCh3727:2021 - Consideraciones para la gestión de residuos en obras de demolición y auditorías previas a obras de demolición. Esta norma no ha sido oficializada por MOP, pero puede servir de referencia sólo en los artículos que el MOP estime conveniente.

i. NCh3562:2019 OF MINVU - Residuos de construcción y demolición (RCD) - Clasificación y directrices para el plan de gestión. Esta norma ya la aplica el MOP.

5.4 COMPROMISOS MOP DE ECONOMÍA CIRCULAR

Este análisis se centró en la revisión de los documentos de política pública de Cambio Climático y Economía Circular que entregan lineamientos al MOP en temas de EC, los cuales se presentan de forma consolidada en la Tabla 1. Para determinar si un compromiso estaba relacionado con EC se evaluaron las temáticas abordadas por dicho compromiso. De esta forma se seleccionaron compromisos relacionados a conceptos como “criterios de circularidad”, “análisis de ciclo de vida”, “gestión de RCD”, “reutilización”, “reciclaje”, “trazabilidad de RCD” y “fomento de la economía circular” y por su cercanía temática se añadieron conceptos de “criterios de construcción baja en carbono”. A partir de este criterio de selección se identificaron la siguiente cantidad de compromisos por Instrumento político.

Tabla 1: Documentos de política pública con compromisos para MOP sobre economía circular analizados.

	Documento	Año de publicación	Año horizonte	Cantidad de compromisos
Cambio Climático				
1	Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático	2017	2022	0
2	Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile	2020	2050	1
3	Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile	2021	2050	7
Economía Circular				
1	Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción.	2020	2035	30
2	Hoja de Ruta para un Chile Circular	2021	2040	2
3	Estrategia Economía Circular en Construcción	2021	2025	2

Fuente: elaboración propia en base a los documentos indicados.

Como se puede observar, los principales documentos de política pública, que contienen compromisos de EC para el MOP, son 2, uno de CC que es la “Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile” y otro de EC que es la “Hoja de Ruta RCD. Economía Circular en Construcción”.

Se observa en primera instancia que la cantidad de compromisos es acotada, sin embargo, los dos documentos con mayor cantidad de compromisos cuentan con metas al 2025, la “Hoja de Ruta de RCD Economía Circular en Construcción 2035” con 17 metas al 2025 y la ECLP 2050, con un compromiso al 2025, el cual corresponde a la “Identificación de criterios de circularidad para edificación e infraestructura pública, considerando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) en los proyectos de infraestructura”.

Los compromisos que ha adquirido el MOP se pueden caracterizar bajo los siguientes temas:

- Formalizar una institucionalidad de EC, lo cual MOP formalizó el año 2023, por medio de la creación del Departamento de Cambio Climático y Economía Circular.
- Incorporar criterios de circularidad en las diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos, lo cual se ha estado trabajando con proyectos desde hace varios años y se estructura por medio de la estrategia que se presenta en este documento.
- Asegurar un porcentaje de proyectos y licitaciones con criterios de circularidad al 2025, 2035 y 2050, lo cual ya tiene avances reportados.
- Asegurar un porcentaje de licitaciones con metodologías de implementación de EC al 2035, tema que está siendo abordado por las diferentes Direcciones.
- Incorporar criterios de inversión pública en EC para edificación e infraestructura, lo cual ha sido abordado en el presente estudio.
- Incorporar herramientas para la evaluación de costos ambientales de los RCD, pendiente por desarrollarse.

Como se presenta previamente, el MOP ha estado avanzando en los compromisos establecidos en ambos documentos en prácticamente todos los ejes, lineamientos y metas, por lo que se ve muy factible el cumplimiento de estos compromisos.

Una brecha identificada es la orientación de muchos de los compromisos hacia la gestión de RCD en vez de reducción de estos incorporando aspectos de diseño circular. Por lo que se considera relevante que en caso de que el MOP participe en la elaboración de nuevos documentos o actualizaciones de los existentes, priorice la incorporación de compromisos orientados a la reducción de RCD, medidas aguas arriba y con enfoque en el diseño.

En cuanto al Monitoreo, Reporte y Verificación de indicadores de seguimiento de los compromisos del MOP, se considera que la capacidad institucional debe ser ampliada, en particular para el seguimiento de aquellos compromisos con indicadores cuantitativos de porcentaje de progreso de la aplicación de ciertos criterios de circularidad tanto a nivel de preparación de licitaciones como implementación de proyectos. El desarrollo de una plataforma de reportabilidad de criterios de EC a nivel de todos los proyectos que ejecuta el MOP podría ser considerado un buen mecanismo para una gestión y seguimiento efectivo.

5.5 REFERENCIAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN

A continuación, se presentan algunos ejemplos de aplicación de principios de economía circular en procesos asociados al ciclo de vida de obras de infraestructura. Las prácticas identificadas se organizan desde aquellas implementadas a nivel internacional, para luego presentar algunos casos nacionales y los implementados por el MOP.

Para el caso de las prácticas de EC internacionales, se generó una revisión de casos en los países donde se analizaron las políticas previamente a través de una búsqueda de información secundaria en páginas oficiales de los ministerios asociados a infraestructura y documentos científicos a partir de palabras clave⁹ como “economía circular en infraestructura”, “gestión sustentable construcción”, “innovación construcción infraestructura”. En segunda instancia, se amplió la búsqueda sin restricción a los países del capítulo de estado del arte bajo las mismas palabras clave en idioma inglés y alemán.

Para el caso de prácticas de EC aplicadas en el contexto nacional, se realizó una búsqueda de información secundaria en páginas web nacionales, a partir de palabras clave como “economía circular”, “gestión sustentable construcción”, “innovación construcción”. Dentro de las búsquedas destacadas figuran páginas de empresas constructoras y portales sectoriales como el de la CChC o el programa Construye 2025. En segunda instancia, se consultó de manera directa a empresas del sector con las que el equipo consultor trabaja como Sa-cyr, Parque Arauco, Echeverría Izquierdo, Baumax, entre otras.

Para el caso de las prácticas de EC aplicadas por el MOP, se revisó en primera instancia información compartida por las Direcciones de Vialidad, Aeropuertos y Arquitectura sobre prácticas de economía circular aplicadas o en desarrollo. En segunda instancia, se realizaron encuestas para todas las Direcciones, desde donde se logró levantar información adicional de medidas implementadas que responden a criterios de economía circular.

5.5.1 Ejemplos de experiencias internacionales

a) Diseño de edificio circular con foco en la selección de materiales

Edificio Sócrates, construido por el Grupo Construcía en Barcelona, España (año 2020), es un inmueble de 6.200m² distribuidos en 4 plantas. Su diseño y construcción fue desarrollado bajo una metodología “Lean-to-cradle”, que promueve minimizar el requerimiento de materiales y a la vez que estos materiales y componentes no generarán residuos, porque se reutilizarán en el futuro, reincorporándose al ciclo productivo, o volviendo a la naturaleza. El éxito del proyecto se basa en el modelo colaborativo y multidisciplinario de trabajo de los equipos de diseño y especificación. Además, del uso de herramientas como BIM y Material Passport, para optimizar diseño y llevar un registro de los parámetros ambientales de cada componente del edificio.

⁹ En el caso de países donde el idioma oficial no es español, las palabras clave fueron aplicadas en inglés.

b) Construcción de viaducto desmontable

Construido por Van Hattum en Blankevoort y Rijkswaterstaat, Kampen, Países Bajos (año 2019), primer viaducto construido bajo la perspectiva de EC en Países Bajos. El viaducto consiste en un puente desmontable, que funciona con un sistema pretensoado, sin fijaciones y con llaves de corte. Su diseño permite la reutilización del 95% del viaducto, siendo el concreto el material con mayor participación.

c) Construcción de carretera con criterios de economía circular

Carretera A303 Stonehenge, Inglaterra, ha sido diseñada bajo la perspectiva de economía circular. Actualmente en desarrollo y se han identificado las siguientes oportunidades de economía circular hasta el momento:

- Establecer un sistema de retiro de materiales no utilizado por parte de los distribuidores.
- Separar el desecho inerte para facilitar su reutilización.
- Reciclar los restos de pavimento para producir nuevo asfalto.
- Realizar una pavimentación con asfalto de larga duración y bajo nivel de ruido para reducir la necesidad implementar barreras físicas contra el ruido.
- Implementar acero resistente al desgaste ambiental para reducir la necesidad de mantención.
- Utilizar puentes obsoletos como ecoductos para el paso de la fauna, reduciendo así la fragmentación de hábitats.
- Realizar contratos en los que el proveedor reciba de regreso el material al término de su vida útil, para que pueda ser reciclado, entre otros.

d) Utilización de material extraído mediante dragado en puertos

Puerto de Gavle (Suecia) y Puerto de Southampton (Inglaterra). En el puerto de Gavle, este material ha sido utilizado para crear una nueva superficie y poder expandir el puerto. Por otro lado, en el puerto de Southampton, el material es utilizado para la reposición de material en playas.

5.5.2 Ejemplos de experiencias Nacionales

a) Utilización de material de excavación como árido en planta de hormigón

Empresa Sacyr, Comuna de Puente Alto, Chile (inicio obra año 2022). objetivo dar un uso alternativo al material de excavación en obras, evitando su transporte y disposición fuera del sitio del proyecto. Para la empresa Sacyr (obra Reposición Hospital Dr. Sótero del Río), todo el volumen excavado se acopia, se procesa con máquinas de chancado y, según los procesos de control de calidad, pasa a la planta de hormigones instalada en el sitio.

b) Reutilización de complejo Villa Panamericana como viviendas sociales

Empresa Echeverría Izquierdo, Comuna de Cerrillos, Chile (inicio obras año 2022). La medida consideró prolongar la vida útil del complejo Villa Panamericana integrando desde su diseño la visión de que una vez finalizado el certamen los edificios se convertirían en viviendas sociales, evitando una renovación mayor que hubiera aumentado el uso de recursos. El proyecto cuenta con 1.355 unidades de departamento distribuidas en 17 torres en un sitio de 6,4 hectáreas.

c) Reutilización de veredas en la generación de pastelones de uso residencial

Empresa Axis Desarrollos Constructivos, Punta Arenas, Chile (año 2022). Esta medida tuvo como finalidad reutilizar los desperdicios asociados a la demolición de veredas, transformándolos en pastelones de uso equivalente, pero en formatos más pequeños. Esta idea se desarrolló bajo una metodología de “Design Thinking” que contempla 5 aristas: Empatizar, definir, idear, prototipar y testear. El proyecto contempló una fuerte vinculación con la comunidad involucrada, lo que aseguro la buena recepción del nuevo producto. Con la medida se logró evitar que 300 metros cúbicos de residuos fueran a vertedero.

d) Utilización de baños prefabricados en proyectos de edificación

Empresas Echeverría Izquierdo y Cintac, Comunas de La Florida, la Cisterna y Macul, Chile (aplicado desde año 2020). La medida consideró el diseño y construcción industrializada de baños como elementos prefabricados, a través de la empresa CINTAC. Esta se aplicó en tres proyectos de la empresa (Edificio Vicuña, Edificio Fernández Alballo y Edificio Vicente Huidobro). Dentro de los beneficios se destaca la reducción en los plazos de construcción, la reducción de escombros, la mejora en la calidad de las terminaciones, entre otros.

e) Reutilización de poliestireno expandido para elaboración de pinturas

Empresas “Green Dots”, “Idea Tec” y “Poliestirec”. En diversas ubicaciones de Chile. Esta medida se enfoca en la recuperación y valorización del EPS como materia prima principal para la elaboración de pinturas. En el caso de Green Dots, adicionalmente dentro de su línea de productos, han desarrollado tres líneas adicionales de productos relacionados con la construcción. Entre ellos, se destaca un adhesivo de contacto, una laca para madera y una pintura funcional con nanopartículas diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Otro aspecto en el que han incorporado la economía circular es en la extensión del ciclo de vida de sus productos, mediante su diseño para su reutilización, reparación o reciclaje.

5.5.3 Prácticas de EC aplicadas o impulsadas por el MOP

a) Utilización de áridos reciclados: Con el objetivo de recuperar materiales utilizados previamente en obras de construcción de hormigón que puedan ser utilizados como áridos, principalmente para bases y subbases granulares de carreteras, pero también para otras aplicaciones de vialidad como rellenos estructurales, drenes, elementos prefabricados y hormigón ligero.

cados de baja capacidad estructural como soleras, entre otros. Práctica implementada por las Direcciones de Vialidad y Aeropuertos.

b) Utilización de asfalto reciclado (RAP): Con el objetivo de reciclar pavimento como agregado para producir nuevas bases con emulsión asfáltica. Entendiendo que la pérdida de propiedades de una estructura de pavimento no implica el agotamiento de sus materiales, esta medida es sumamente efectiva. Implementado por las Direcciones de Aeropuertos y Dirección General de concesiones en más de 5 proyectos, logrando en promedio una reducción del 70% en la adquisición de árido nuevo. Se destacan los siguientes proyectos:

- Aeródromo Eulogio Sánchez (Santiago, año 2020)
- Aeropuerto Chacalluta (Arica, año 2021)
- Aeropuerto Diego Aracena (Iquique, año 2022)
- Aeródromo María Dolores (Los Ángeles, año 2022)
- Aeropuerto Mataveri (Isla de Pascua, año 2023)

c) Plan de gestión de residuos de Construcción y Demolición (RCD): Por medio de ORD DGOP 138/2020 y su actualización (ORD DGOP 667/2023), se manda a que las empresas constructoras adopten procesos de gestión, declaración y trazabilidad de los RCD, según la normativa ambiental vigente. Se ha visto una evolución positiva de la aplicación de la medida, en particular con respecto a la tipificación de los residuos generados en obra, en base a la nomenclatura de la NCh 3562. Implementado por todas las Direcciones.

d) Reutilización de materiales en obras de restauración patrimonial: Implementada debido a los principios de conservación y protección de los inmuebles patrimoniales. Esta práctica permite preservar el valor histórico y cultural de los edificios mientras se optimizan recursos, se reducen residuos y se promueve la sostenibilidad en la gestión del patrimonio arquitectónico. Implementado por la Dirección de Arquitectura.

e) Utilización de rejuvenecedor de pavimentos: En los proyectos de conservación de pavimentos se utilizan rejuvenecedores de pavimento como la lechada asfáltica con el fin de extender la vida útil del proyecto. Se aplican con equipos autopropulsados, los cuales son capaces de realizar la mezcla de los componentes, previamente dosificados. Aplica para pavimentos en bases tanto frías como calientes. Implementado por la Dirección de Vialidad.

f) Reacondicionamiento y reutilización de puertas de embarque: Reacondicionamiento de puertas de embarque que han sido dadas de baja en ciertos aeropuertos con el objetivo de ser utilizadas en otro aeropuerto. Implementada por Dirección de Aeropuertos.

g) Diseño de plantas libres para mayor flexibilidad: En la infraestructura vertical, especialmente en los Terminales de Pasajeros, se considera dentro de los lineamientos de diseño proyectar plantas libres que permitan rediseñar espacios y recintos con mayor flexibilidad, evitando la demolición de elementos verticales estructurales y eventualmente evitando realizar ampliaciones u adecuaciones mayores. Implementada por la Dirección de Aeropuertos.

h) Evaluación de infraestructura existente en proyectos de aguas lluvia: Para la tipología de recolección de aguas lluvias, los TdR siempre contemplan una evaluación de la infraestructura existente, y en las alternativas se contempla la utilización y reacondicionamiento de infraestructura ya existente para que cumpla con nuevas exigencias. Esta es una acción de EC que la DOH realiza tácitamente. Implementada por la Dirección de Obras Hidráulicas.

5.6 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN CHILE

5.6.1 Levantamiento y caracterización de materiales y sus atributos de circularidad

Existe una tendencia incipiente en Chile a la creación de empresas proveedoras de materiales, para el sector construcción, que incorporan el tema de la circularidad como uno de sus principales atributos de valor. Por lo general, estas empresas se encuentran aún en etapas tempranas de desarrollo comercial y no han podido invertir en la verificación de sus atributos de sostenibilidad bajo mecanismos internacionalmente aceptados como una DAP, encontrándose sólo con autodeclaraciones o estudios propios.

5.6.2 Identificación y caracterización de gestores tales como valorizadores de RCD y disposición final

A continuación, se presenta un análisis nacional de gestores de RCD tanto desde el enfoque de valorización como eliminación.

Valorizadores de RCD

A partir de archivos del Sistema Nacional de Declaración de Residuos Sólidos (SINADER) del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC, 2022) se ha logrado identificar 116 establecimientos dedicados a la recolección y/o valorización de RCD a lo largo del país. Dado que podrían existir establecimientos no reportados en las declaraciones, esta base podría no representar la totalidad de los establecimientos existentes, sin embargo, es la base más completa y confiable a nivel nacional.

La Figura 1 ilustra la distribución de los establecimientos recolectores y/o valorizadores de RCD a lo largo de las regiones de Chile. Resulta muy notoria la concentración de establecimientos en la región metropolitana y la escasa existencia de ellos en las regiones más extremas.

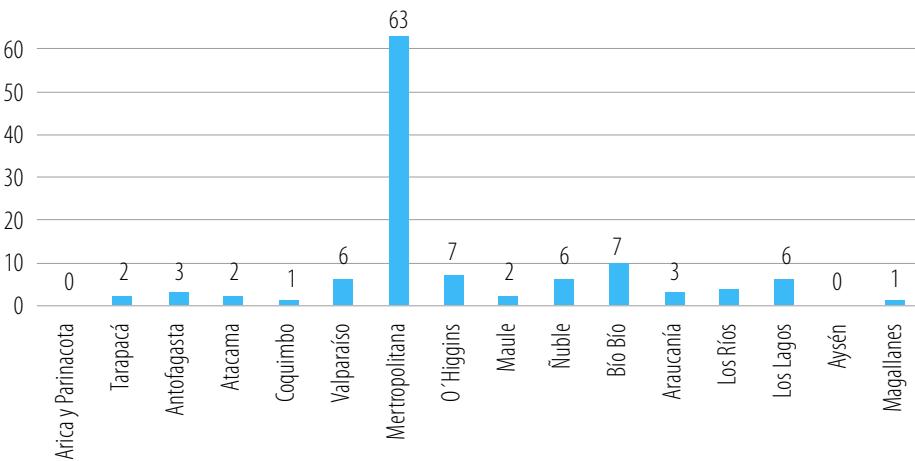


Figura 1: Distribución de establecimientos recolectores y/o valorizadores de RCD en las regiones de Chile.

Fuente: elaboración propia en base a registro RETC 2022 (RETC, 2022)

Sin embargo, del total de empresas sólo 34 declaran valorizar (ver Figura 2)

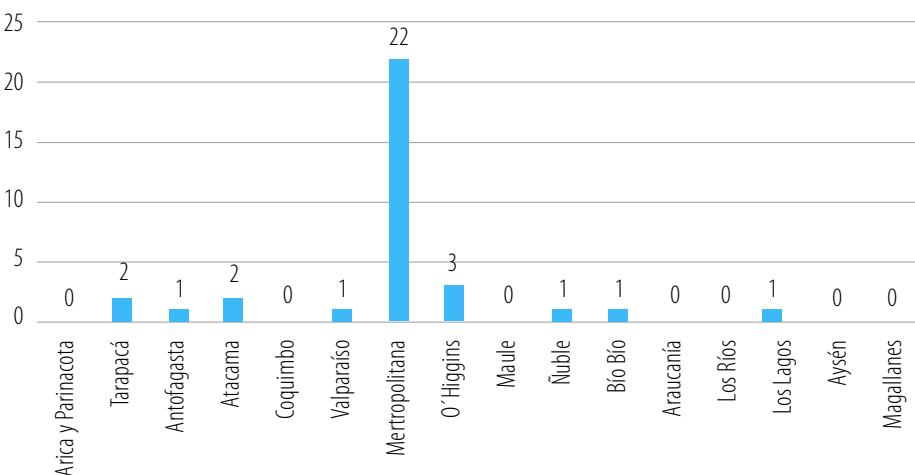


Figura 2: Distribución de establecimientos valorizadores de RCD en las regiones de Chile.

Fuente: elaboración propia en base a registro RETC 2022 (RETC, 2022).

Sitios de disposición final de RCD

La información recopilada sobre sitios autorizados de disposición final fue tomada de la segunda versión de la “Matriz de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición” desarrollada por CDT. Este documento fue elaborado en base a consultas a las distintas Seremis de Salud sobre sitios de disposición final de residuos de construcción autorizados, realizadas entre diciembre del año 2022 y febrero de 2024 (CDT, 2024).

Se identificaron 51 sitios de disposición final de RCD autorizados a nivel nacional¹⁰. En 18 de estos sitios se indica que, si bien no poseen resolución sanitaria, estos son reconocidos por sus respectivas Seremis de Salud. Resulta notorio que los sitios identificados no están distribuidos de forma homogénea a lo largo de las regiones del país. En particular, las regiones Metropolitana y de la Araucanía poseen 10 sitios autorizados cada una, mientras las regiones de Arica y Parinacota, Coquimbo, Valparaíso, Aysén y Magallanes no poseen sitios autorizados. La Figura 3 muestra la distribución de sitios de disposición final de RCD por región.

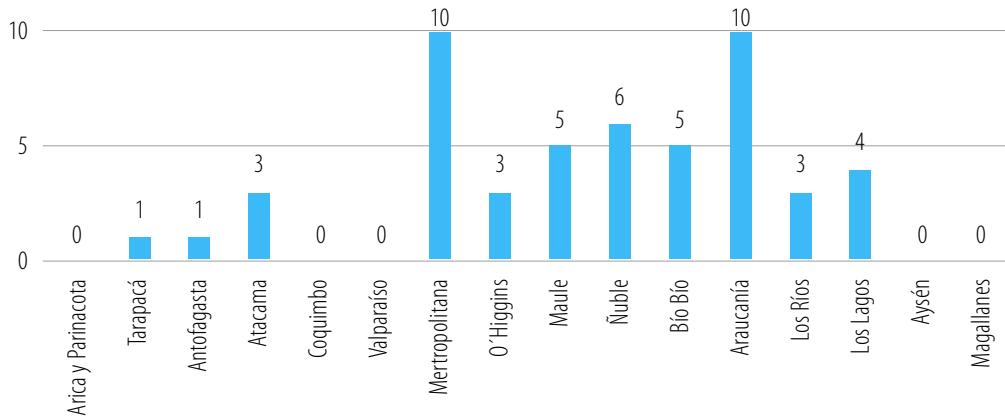


Figura 3: Distribución de sitios autorizados de disposición de RCD en las regiones de Chile.

Elaboración propia en base a CDT (CDT, 2024),

¹⁰ Los sitios CDT (2024) Se omitieron dos sitios mencionados en CDT (2024) debido a que corresponden a sitios dedicados a residuos domiciliarios y asimilables y residuos no peligrosos que no pudieron ser relacionados a residuos de construcción y demolición.



6. DIAGNÓSTICO IMPLEMENTACIÓN MOP

6.1 GOBERNANZA

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) es la secretaría de Estado encargada de planificar, construir, conservar y administrar los servicios de infraestructura pública de Chile, así como ejercer la administración, la provisión y el cuidado de los recursos hídricos.

De acuerdo al DFL 850 del año 1998 la principal Dirección del MOP es la Dirección General de Obras Públicas la cual está formada por los siguientes servicios que son:

1. Dirección de Planeamiento
2. Dirección de Arquitectura
3. Dirección de Obras Hidráulicas
4. Dirección de Vialidad
5. Dirección de Obras Portuarias
6. Dirección de Aeropuertos, y
7. Dirección de Contabilidad y Finanzas.

Se presenta a continuación un diagrama de la orgánica del Ministerio en donde se puede observar las Direcciones y unidades que dependen de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) y que en forma independiente se encuentra la Dirección General de Concesiones (DGC).



Figura 4 Organigrama Ministerio Obras Públicas 2024.

Para el desarrollo del presente estudio se ha trabajado con las cinco Direcciones operativas dependientes de la DGOP, más la Dirección General de Concesiones. Se detallan a continuación:

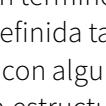
1. Dirección de Aeropuertos (DAP)
2. Dirección de Arquitectura (DA)
3. Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)
4. Dirección de Obras Portuarias (DOP)
5. Dirección de Vialidad (DV)
6. Dirección General de Concesiones (DGC)

6.2 TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS O SERVICIOS POR DIRECCIÓN

Las Tipologías de proyecto con las que se ha definido trabajar, por parte del mandante, son las siguientes:

Tabla 2 Tipologías de proyectos por Dirección MOP

Dirección	Tipo de proyecto o servicio
 Dirección de Obras Hidráulicas	Riego
	Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias
	Control Aluvional y de Manejo de Cauces
	Servicios Sanitarios Rurales
 Dirección de Vialidad	Infraestructura vial interurbana
	Infraestructura vial de integración externa
	Infraestructura vial urbana
	Mantenimiento y explotación de infraestructura vial
	Laboratorio Nacional
	Infraestructura de mejoramiento del Borde Costero
	Infraestructura Portuaria de Conectividad
 Dirección de Obras Portuarias	Infraestructura Portuaria de Ribera
	Infraestructura Portuaria para Turismo y Deportes Náuticos
	Conservación de Infraestructura Portuaria y Costera
	Programa de Infraestructura Portuaria Pesquera Artesanal

 Dirección de Aeropuertos	Red aeroportuaria primaria
	Red aeroportuaria secundaria
	Red de pequeños aeródromos
	Infraestructura de Soporte Aéreo de Emergencia
 Dirección General de Concesiones	Infraestructura Hospitalaria
	Infraestructura Penitenciaria
	Infraestructura Aeroportuaria
	Infraestructura Vial Urbanas
	Infraestructura Vial Interurbana Transversal
	Infraestructura para Transporte Público
	Infraestructura Edificación Pública
 Dirección de Arquitectura	Obras de Riego e Hidráulicas
	Otros servicios: sistema de alerta de tsunami, etc.
	Obras de infraestructura en espacios públicos
	Obras de patrimonio arquitectónico y urbano
 Dirección de Arquitectura	Obras de Arte asociadas a la infraestructura pública
	Edificación Pública

Fuente: Departamento de Cambio Climático y Economía Circular, División de Infraestructura Sustentable, DGOP.

6.2.1 Ciclo de Vida de los proyectos MOP

En términos generales, todas las Direcciones trabajan con una estructura similar la cual está definida tanto en el Sistema Nacional de Inversiones (SIN), como en el Manual de Carreteras y con algunas diferencias en la Ley de Concesiones. En la Tabla 3 a continuación se presenta la estructura genérica de las etapas del ciclo de vida de un proyecto MOP, identificando las principales actividades que en ella se desarrollan, con el fin de identificar futuras oportunidades de sinergia en la incorporación de criterios de circularidad.

Tabla 3: Estados, Etapas y actividades generales de la vida de un proyecto MOP

FASE	ETAPA	ACTIVIDAD
Pre-inversión	Idea	Identificar problemas y proponer proyecto
	Perfil	Propuesta conceptual y evaluación económica de proyecto
	Prefactibilidad	Estudios base para conocer características de emplazamiento
	Factibilidad	Desarrollo y evaluación de Anteproyectos: Arq y Especialidades
Inversión	Diseño	Diseño Definitivo: Arq y Especialidades
	Ejecución	Construcción
Operación	Operación	Operación
	Renovaciones, conservaciones, reconstrucción	Conservación

Fuente: Sección 1.103 del Volumen 1 del Manual de Carreteras.

Conocer las fases, etapas y las actividades asociadas de cada Dirección permite identificar que las etapas de ciclo de vida de los proyectos para las diferentes Direcciones son muy similares, lo que permite generar sinergias desde la perspectiva de que ocurren actividades similares en las mismas etapas de los proyectos.

6.2.2 Compendio de legislación, regulación y normativa técnica MOP

A continuación, se presentan instrumentos del ámbito regulatorio y de normativa técnica que apliquen específicamente a infraestructura y edificación pública del MOP en donde se visualizan posibilidades de incorporar criterios de EC.

a) Manual de Carreteras:

Documento elaborado por la Dirección de Vialidad para establecer políticas y uniformar procedimientos e instrucciones en las áreas técnicas en que se desenvuelve, para planificar, diseñar, construir, conservar y operar las carreteras y caminos de la red vial del país de su tuición; junto con velar por la seguridad vial y protección ambiental. Este documento además es utilizado por otras Direcciones del MOP que deben construir infraestructura vial, por lo que es una herramienta fundamental en el ejercicio de los proyectos MOP. El Manual de Carreteras está concebido como un sistema integral, en permanente actualización, que entrega pautas, métodos, procedimientos y criterios aplicables en las

diferentes materias, apoyando a profesionales y técnicos, tanto públicos como privados. Este documento es clave como base de planificación, metodológica y técnica para incorporar criterios de circularidad en las diferentes etapas de los proyectos, por lo que se considera que esta tipología de documentos será uno de los instrumentos relevantes para incorporar criterios de circularidad en los proyectos.

b) TDR Especiales

Para cada licitación del MOP se entregan términos de referencia especiales, los cuales están asociados al proyecto específico, donde se definen las condiciones técnicas del contrato, en etapa de detalle de ingeniería, construcción u operación. Es por esto por lo que se identifica como un instrumento importante para incorporar criterios de Economía Circular para las diferentes etapas del proyecto. Estos documentos son utilizados en las licitaciones de las Direcciones de Concesiones, Aeropuertos, Vialidad y Arquitectura, según la información que levantó este equipo.

c) Especificaciones técnicas Generales

Corresponde a documentos técnicos asociados a una tipología de proyectos que definen los requerimientos técnicos constructivos generales de los mismos. Si se quieren realizar cambios en la génesis de las tipologías de proyectos se estima que este documento es uno de los que se debe intervenir. Estos documentos son utilizados en las licitaciones de las Direcciones de Concesiones, aeropuertos, vialidad y arquitectura, según la información que levantó este equipo.

d) Especificaciones técnicas Especiales

Corresponde a documentos técnicos asociados a proyectos específicos que definen los requerimientos técnicos constructivos de los mismos. Si se quieren realizar cambios en la génesis de las tipologías de proyectos se estima que este documento es uno de los que se debe intervenir. Estos documentos son utilizados en las licitaciones de las Direcciones de Concesiones, Aeropuertos, Vialidad y Arquitectura, según la información que levantó este equipo. Se considera que esta tipología de documentos será uno de los instrumentos relevantes para incorporar criterios de circularidad en los proyectos.

e) Manual de Evaluación y Calificación de la Certificación Edificio Sustentable (CES)

La Certificación CES fue desarrollada por medio de un Bien Público, financiado por Corfo y donde el Mandante fue el MOP y el beneficiado el Instituto de la Construcción. Desde el año 2014, el MOP solicita a los proyectos de edificación pública que cumplan con algún nivel de certificación CES. Se identifica que actualmente los aspectos de Economía Circular se solicitan de forma voluntaria en los criterios de materiales con Declaración Ambiental de Producto (DAP) y gestión ambientalmente responsable de residuos en etapa de construcción y operación, pero se identifica que existen más oportunidades para solicitar medidas especiales en el marco del principio de jerarquía y de Economía Circular.

f) Criterios de Diseño de Eficiencia Energética

Los Criterios de Diseño, son documentos técnicos asociados a ciertas especialidades de los proyectos y que son parte de los antecedentes técnicos de las licitaciones de Edificación Pública. Este documento (Criterios de Diseño de Eficiencia Energética) contiene indicaciones, directrices, criterios o lineamientos que el contratista deberá considerar en el diseño y en la elaboración del proyecto definitivo, los que deberá completar, complementar y/o perfeccionar.

En la actualidad no existen criterios de diseño de sustentabilidad para los proyectos, sino sólo uno llamado de eficiencia energética, aunque incorpora criterios de sostenibilidad incluyendo gestión de residuos en obra. El documento Criterios de Diseño de Eficiencia Energética es prácticamente un espejo del Manual de la certificación CES y en la mayoría de las licitaciones se pide cumplir con ambos instrumentos. Se considera que esta tipología de documentos será uno de los instrumentos relevantes para incorporar criterios de circularidad en los proyectos.

g) Informe Ambiental de Obras

Corresponde a uno de los instrumentos de gestión para el seguimiento mensual de las obras. Este informe solicita, en la mayoría de los casos, gestión de residuos y otros requerimientos que establezca el Departamento de Medio Ambiente que corresponda a la Dirección asociada al proyecto. Se identifica como un instrumento importante para incorporar criterios de gestión de Economía Circular en la etapa de construcción de los proyectos, dado que establece las bases de un mecanismo de gestión y seguimiento de criterios de circularidad en los proyectos.

6.3 PRIORIZACIÓN DE BRECHAS Y OPORTUNIDADES

Esta priorización está estructurada desde las brechas y oportunidades más generales a las más específicas, entendiendo que las más generales podrían tener mayor impacto en la promoción efectiva de la Economía Circular en la gestión de proyectos del MOP. Esto permitirá establecer el marco de trabajo para las propuestas de criterios e indicadores a desarrollar en las siguientes etapas de la consultoría.

6.3.1 Brechas

Con respecto a las brechas levantadas, se presentan a continuación las más importantes asociadas a los capítulos analizados.

Estado del Arte de políticas públicas y compromisos MOP

- Los compromisos del MOP en la ECLP tienen un alcance amplio por lo que es difícil poder asignar responsabilidades a nivel interno.

- El MOP debe trabajar en una agenda específica y un plan, estableciendo metas internas a nivel de direcciones y el tipo de criterios de circularidad a trabajar para dar cumplimiento a la agenda de corto, mediano y largo plazo.
- No se cuenta con mecanismos, herramientas o sistemas de gestión de datos para el seguimiento a los compromisos y metas de EC. Se ha identificado en base a los antecedentes estudiados, que es muy relevante estandarizar los indicadores y criterios de evaluación en función de los objetivos que tenga la institución, además de contar con herramientas amigables para llevar una gestión de la información.
- En general, muchos de los compromisos están enfocados en reutilización y reciclaje. Se debe ampliar el universo de compromisos a aspectos con mayor enfoque en modelos de diseño y uso circular, maximizando oportunidades en etapas tempranas del ciclo de vida de los proyectos.

Marco regulatorio Nacional

- No se cuenta con reglamento asociado a la gestión ambientalmente responsable de los RCD fuera de la obra, razón por la cual no se pueden disponer, ni menos valorizar gran parte de los RCD en la mayoría de las regiones de Chile. Esto es una brecha para el MOP porque no permite exigir valorizar RCD en la gran mayoría de las regiones país por no existir esta opción.
- No existe exigencia regulatoria para que los productos de construcción cuenten con eco-etiquetas como la Declaración Ambiental de Productos (DAP), lo que limita al MOP la opción de exigir productos nacionales con atributos de circularidad.
- Al no existir un reglamento para la gestión ambientalmente responsable de los RCD, no existe una fiscalización adecuada de reporte de gestión y disposición de RCD en el sistema SINADER (Sistema Nacional de Residuos). Los problemas de que la reportabilidad generan las siguientes brechas al MOP:
 - > No se cuenta con línea base de referencia de cantidad de RCD y su caracterización (cantidad por tipología) por región y tipos de proyectos.
 - > Se desconoce si los volúmenes de RCD o son suficientes para crear nuevos modelos de negocios de materias primas secundarias (MPS), lo que tiene limitado el mercado de MPS.

Buenas Prácticas

- Desde la perspectiva de las prácticas implementadas por el MOP, se identifica como brecha la asimetría en el nivel de experiencia de las distintas direcciones. En particular se debe involucrar de manera más activa a las direcciones de Obras Portuarias y Obras Hidráulicas, quienes no han reportado avances significativos en la promoción de EC en el ciclo de vida de sus proyectos.

- Las experiencias tanto del MOP como de otros actores a nivel nacional están orientadas principalmente a modelos de recuperación de valor, como la valorización y reutilización de residuos. Se debe profundizar el trabajo en la implementación de medidas asociadas a modelos de diseño y uso circular, en particular a un enfoque de extensión de la vida útil de los proyectos.
- Se ha identificado que el seguimiento del PGRCD, mediciones y reportes en SINADER quedan a cargo de la empresa contratista, esto hace complejo la verificación por parte de la IFO.

6.3.2 Oportunidades

Estado del Arte de políticas públicas y compromisos MOP

- Se identifican oportunidades en la información sobre criterios, indicadores y herramientas disponibles a nivel internacional y que pueden ser replicadas en la gestión de proyectos MOP.
- Gran parte de los compromisos de EC están amparados en el contexto de la Ley Marco de Cambio Climático, lo que garantiza el enfoque estratégico, vinculante y de prioridad para su correcta implementación.
- Los compromisos en general están asociados a nivel de cumplimiento en base a métricas cuantitativas, lo que permite la formulación de indicadores claros con alto potencial de reportabilidad. Se debe profundizar en la bajada específica de cada meta y compromisos para cada dirección ejecutora de proyectos.

Marco regulatorio Nacional

- El MOP participa activamente en el desarrollo normativo nacional vinculado a EC lo que les permite estar informados de las mejores prácticas, criterios y estándares que son factibles de implementar en MOP. Esto complementado al rol del INN en la adaptación al contexto nacional de la normativa ISO más relevante en materia de EC.
- El MOP tiene un sistema de operación independiente al marco regulatorio tradicional de construcción, lo que otorga cierta independencia en lo referido a normativa técnica. Esto le ha permitido avanzar en incorporar medidas innovadoras en los proyectos como valorización de asfalto, áridos y otros. Por otra parte, cuenta con un laboratorio de materiales donde han podido hacer pruebas que les permiten hacer modificaciones en el Manual de Carreteras.
- Existe normativa técnica voluntaria para gestión de RCD dentro de la obra (NCh3562) y MOP desde el año 2020 tiene el instructivo de implementación obligatoria, con posteriores actualizaciones que han incorporado protocolos y planillas de reporte y existe buena percepción del uso de esta norma en las obras MOP.

- Existe normativa voluntaria para cálculo de huella de carbono para el ciclo de vida completo de la edificación, por lo que MOP ha comenzado a solicitar estos cálculos en algunos proyectos, lo que está permitiendo levantar información para la construcción de líneas base o de referencia que permitirán en el futuro establecer metas de reducción.

Buenas Prácticas

- La experiencia del MOP en la valorización de áridos y asfalto reciclado demuestra el gran potencial e impacto de aplicar criterios de EC en la infraestructura pública. Por un lado, se observa como las experiencias han ido escalando y masificándose, incluso permeando a proyectos privados. Por otro lado, se observa como desde el pilotaje de experiencias exitosas se puede ajustar la regulación y procedimientos internos para viabilizar la implementación de las medidas.
- De las prácticas internacionales se identifican oportunidades concretas que podrían ser implementadas por el MOP. En particular la promoción del uso de metodologías como "Lean-to-cradle" y herramientas como BIM y Material Passport para optimizar el diseño de proyectos, la implementación de proyectos desmontables y la promoción de "desafíos de innovación" para el pilotaje de medidas que aún requieren más apoyo para ser viables en el contexto local.
- Una de las principales oportunidades que tiene el MOP para incorporar circularidad en sus procesos es que cuenta con una Gobernanza sólida en materia de Cambio Climático y Sostenibilidad al interior de la organización que permita trabajar en forma articulada alineada con las Direcciones que ejecutan proyectos



7. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

Durante el desarrollo de este estudio se han analizado una serie de instrumentos y experiencias nacionales e internacionales, tales como; estrategias, leyes, reglamentos normas, estándares, compromisos y experiencia ministeriales en proyectos de economía circular. Este análisis de contexto ha permitido definir una estructura de implementación de criterios y medidas de circularidad para las diferentes tipologías MOP. A continuación, se presenta una propuesta de estrategia de implementación cuya base está estructurada por todo el trabajo desarrollado en el presente estudio. Esta propuesta, a su vez, busca responder con los compromisos que tiene el MOP en este ámbito.

A continuación, se presenta los objetivos y la estructura de implementación de la estrategia además de una propuesta de definición de economía circular para el MOP.

7.1 DEFINICIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA EL MOP

En el marco del presente estudio, se propone la siguiente definición de economía circular para el Ministerio de Obras Públicas:

- La economía circular (EC) representa un cambio en el enfoque de desarrollo de proyectos desde la etapa de planificación hasta el fin de vida. La EC promueve que toda la cadena de valor de un proyecto impulse la reducción del uso de materiales y recursos, la reducción en la generación de residuos y la extensión de la vida útil de los proyectos, aportando a la disminuir los impactos ambientales que genera un proyecto a lo largo de su vida.

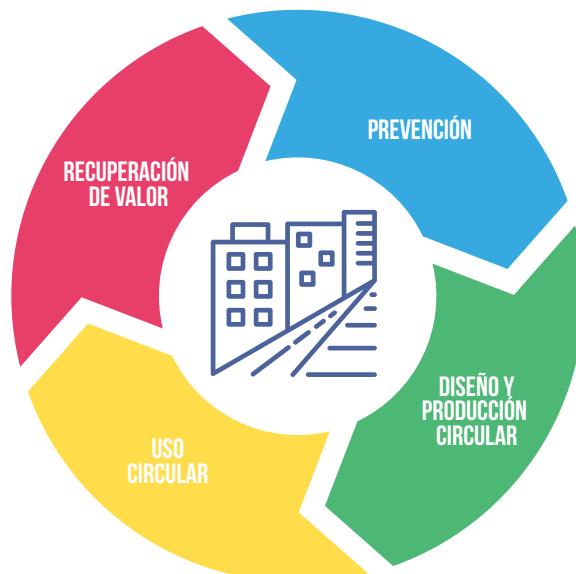


Figura 5 Diagrama de Economía Circular Ministerio Obras Públicas 2024.

7.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA

7.2.1 Objetivo General de la Estrategia

Avanzar en un enfoque de economía circular en el desarrollo y ejecución de edificación e infraestructura pública, 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 obras¹¹.

7.2.2 Objetivos específicos de la Estrategia

- i. Definir un marco estratégico que permita cumplir con los compromisos de economía circular que tiene el Ministerio de Obras Públicas.
- ii. Definir un marco estratégico que permita la implementación de criterios y medidas de circularidad en las diferentes etapas de los diferentes tipos de proyectos MOP.
- iii. Definir indicadores de seguimiento y para evaluar el cumplimiento de las medidas de circularidad propuestas.
- iv. Definir un marco estratégico que permita construir líneas base de información que permitan definir metas de circularidad para las diferentes etapas del ciclo de vida de los diferentes tipos de proyecto MOP y para la institución.

7.3 ESTRUCTURA DE IMPLEMENTACIÓN

7.3.1 Modelos de circularidad

Para asegurar una implementación de criterios y medidas de circularidad en las diferentes etapas del ciclo de vida de las diferentes tipologías de proyectos MOP, se ha definido, a partir del análisis de marco conceptual del presente estudio, una estructura basada en 4 modelos de circularidad que representan las diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto y que son los siguientes:

- i. **Modelo de Prevención:** modelo que considera medidas que buscan prevenir la explotación de recursos naturales o materia prima primaria.
- ii. **Modelo de diseño y producción circular:** modelo que considera medidas que se pueden intervenir al principio de una actividad o producto para asegurar la extensión de vida útil de la misma.

¹¹ Objetivo N°2 Sector Infraestructura, Estrategia Climática de Largo Plazo 2025 Chile (2021)

iii. Modelo de Uso circular: Asociado a medidas que permiten darle un mejor uso a cada uno de los recursos de la actividad o producto para asegurar su extensión de vida útil.

iv. Modelo de recuperación de valor: modelo que considera medidas que buscan aprovechar el valor de los recursos después de su primera vida útil.

7.3.2 Criterios de circularidad

A cada uno de estos modelos se agrupa una serie de criterios de circularidad que dan el marco estratégico para la implementación de medidas que respondan a estos modelos. A continuación, se presentan los 13 criterios propuestos y su relación con los modelos de circularidad.

Tabla 4 Modelos y criterios de circularidad propuestos para el Ministerio de Obras Públicas

Nº	Modelos de circularidad	Nº	Criterios de circularidad
1	De prevención	1	Optimización en el uso de recursos
		2	Uso de materiales de menor impacto ambiental
		3	Promover soluciones basadas en la naturaleza
		4	Incorporación de enfoque de mantención, renovación y restauración
2	De Diseño y Producción Circular	5	Extensión de vida útil de materiales, partes de un proyecto o del proyecto
		6	Incorporación de tecnologías para optimización de uso de materiales
		7	Promover uso de materias primas secundarias
		8	Certificación ambiental de proyectos
3	De Uso Circular	9	Renovación de edificación o infraestructura
		10	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) pre-consumo
4	De Recuperación de Valor	11	Reutilización de edificación o infraestructura
		12	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) post consumo
		13	Valorización de recursos (agua o energía)

7.3.3 Condiciones Habilitantes

Adicionalmente a los criterios, se definen “condiciones habilitantes” de circularidad que permitirán implementar medidas con enfoque estratégico y transversal a toda la institución y tal como dice su nombre habilitarán la implementación de criterios y medidas. Estas condiciones habilitantes también están asociadas a modelos de circularidad. Las primeras tres al Modelo de prevención y para la cuarta condición se creó un modelo exclusivo denominado “Modelo de soporte Circular” el cual está basado en el “Sistema de categorización para la economía circular” de la Unión Europea (European Commission, 2020). A continuación, se presentan las condiciones habilitantes propuestas y su relación con los modelos de economía circular:

Tabla 5 Condiciones habilitantes y su relación con los modelos de economía circular

Nº	Modelos de circularidad	Nº	Condiciones Habilitante de circularidad
1	De prevención	1	Desarrollo de política pública, reglamentos y normas
		2	Articulación de actores Público Privada
		3	Fortalecimiento de capacidades
2	De Soporte Circular	5	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos

7.3.4 Definición de indicadores

En ese contexto, para evaluar la incorporación de los criterios y medidas circulares propuestos, se definieron dos grupos de indicadores, los indicadores de implementación y los indicadores de resultados. La propuesta de indicadores se basa en la revisión bibliográfica presentada en el capítulo 4 del informe N°1 de esta consultoría. En particular, se basa en los documentos: The OECD Inventory of Circular Economy indicators (OECD, 2021), la propuesta de norma prNCh3835 (INN, 2023), la Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035 (Construye 2025, 2020) y la norma ISO 59020 (ISO, 2024).

A continuación, se describen ambos grupos de indicadores:

Indicadores de implementación:

Miden el grado de progreso de la implementación de los criterios en los proyectos del MOP. Se basan en constatar y contabilizar la incorporación de los criterios en documentos, de distinto nivel de jerarquía estratégica, que configuran los procesos del MOP. A continuación, se presentan los ámbitos en los que se puede medir la incorporación de los criterios y medidas.

a. Estrategias, planes y acuerdos: Incorporación de los criterios en instrumentos estratégicos, planes y acuerdos entre actores públicos y privados

- b. Ejecución de estudios y consultorías:** Realización de estudios y consultorías a fin de profundizar y definir aspectos de los criterios a incorporar. Por ejemplo, definir metodologías de cálculo
- c. Modificaciones procedimentales:** Modificaciones a reglamentos, normas, protocolos, manuales y guías, a fin de incorporar los criterios de Economía Circular.
- d. Exigencias en proyectos:** Incorporación de los criterios y medidas en los términos de referencia, y las bases administrativas y técnicas de proyectos específicos.

Indicadores de resultados:

Evalúan los resultados de la implementación de las medidas. Dentro de este grupo de indicadores se puede subcategorizar en indicadores ambientales, sociales y económicos de resultados se han clasificado entorno al tipo de efecto esperado en la implementación de las medidas, que a su vez obedecen al criterio de Economía Circular bajo el que se alojan las medidas. A continuación, se describe la clasificación de los indicadores de resultados propuesta.

- a) Reducción de utilización de recursos:** Para determinar estos indicadores es necesario definir una línea base de utilización de recursos por tipología de proyectos. Las métricas asociadas a este grupo de indicadores están principalmente vinculadas a cantidad o relación de uso de recursos, como, por ejemplo; % m³/obra, % m²/m² o cantidad de uso de algún material, sistema o proyecto.
- b) Valorización de residuos o recursos post consumo:** Considera los procesos de transformación de residuos a materia prima secundaria. Las métricas asociadas a este grupo de indicadores responden principalmente a la cantidad de materiales en unidad de volumen (m³) o peso (kg o ton), esta unidad puede estar relacionada a una unidad de medida de superficie o de período de tiempo, para lo cual se utiliza unidades métricas como; m³/m², ton/m² o m³/mes o ton/mes.
- c) Valorización de recursos naturales y recursos pre-consumo:** Este grupo de indicadores considera la valorización de recursos no utilizados eficientemente durante el período que se le ha definido para su uso. Las métricas asociadas a este grupo de indicadores están vinculadas a la cantidad o relación de uso de recursos, como, por ejemplo; % m³/obra, % m²/m² o cantidad de uso de algún material, sistema o proyecto.
- d) Extensión de vida útil:** Estos indicadores agrupan medidas asociadas a prácticas de mantenimiento, reparación, restauración, conservación y exigencias de durabilidad de los materiales. Las métricas asociadas a este grupo de indicadores están vinculadas a la cantidad o relación de uso de recursos, como, por ejemplo; m³(material)/m² construidos, % de superficie, costo de inversión (\$)/media de circularidad (% valorización), % de superficie intervenida/total superficie del proyecto (m²), % materiales con atributos de circularidad/cantidad materiales totales de la obra, etc.

- e) Monitoreo:** buscan medir, hacer seguimiento y evaluar el cumplimiento de compromisos o gestión de recursos con el fin de visar el cumplimiento de metas comprometidas. Además, estos indicadores permiten evaluar la disponibilidad y calidad de los datos relacionados con la EC en la industria de la construcción y los impactos asociados a los proyectos. Las métricas de este grupo de indicadores están vinculadas a la medición de uso de recursos materiales y energéticos y es el único indicador que mide directamente impactos ambientales. A continuación, se presentan algunas métricas identificadas en las medidas relacionadas a estos indicadores; kWh ahorrados/m², tonCO₂eq/m², kWh/m², m³ de agua/m², % (masa de materiales reutilizables / masa total de materiales) y métricas binarias de cumplimiento de hitos (cumplido o no cumplido).
- f) Reducción de impactos ambientales:** estos indicadores miden los efectos de las prácticas de Economía Circular en la disminución de los impactos ambientales. Las métricas de este grupo de indicadores están vinculadas a cantidad de materiales que se usan o implementación de estrategias que permitan reducir estos impactos, algunas métricas identificadas en las medidas relacionadas a estos indicadores son: % (materiales o agua) m³/obra, % presupuesto de materiales con atributos de circularidad /total materiales obra, además de hito cumplido o no cumplido. Este grupo de indicadores permite medir impactos ambientales en forma directa o como consecuencia de la gestión de uso de recursos materiales, energéticos y agua.
- g) Formación de capacidades:** Indicadores que miden los esfuerzos por desarrollar las competencias y habilidades necesarias sobre capital humano para implementar prácticas de Economía Circular. Las métricas de este grupo de indicadores están vinculadas a: cantidad de personal de obra capacitado, hito cumplido o hito no cumplido o cantidad de contratos.

Los indicadores de resultados se construyen a partir de datos directos de las diferentes actividades realizadas en las diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto, tal como; planificación, diseño, construcción, operación y fin de vida. Los datos reflejados a través de las métricas de los indicadores permiten medir el flujo de recursos como materiales, energía, agua, financieros y de recursos humanos. A través de la caracterización de estos datos es posible construir indicadores, ambientales, sociales y económicos que permiten cuantificar los impactos de las medidas implementadas. De esta forma, los datos del proyecto actúan como un proxy¹² para establecer otros indicadores más complejos.

Además de la caracterización de los datos, los indicadores de resultados se deben llevar a una base común para que puedan ser comparados entre varios proyectos. Para estos se considera una versión del indicador que refleje su intensidad con respecto a unidades representativas del proyecto, como área construida, cantidad de usuarios, período de tiempo de medición, años de vida útil, entre otros.

¹² En estadística, una variable proxy es una medida que aislada no tiene gran interés, pero que permite obtener otras de mayor utilidad

Indicadores de desempeño ambientales, sociales y económicos

a) Indicadores Ambientales:

Son parámetros o valores derivados de un conjunto de datos que proporcionan información sobre el estado de un componente ambiental, facilitando la evaluación y comprensión de las condiciones del medio ambiente en un momento y lugar determinados. En particular, al analizar los criterios y medidas de circularidad propuestas, se identifica que, por medio de cada indicador de resultado, es posible habilitar la construcción de uno o varios indicadores de impactos ambientales. Ejemplos de Indicadores ambientales que pueden ser utilizados para medir los impactos ambientales de incorporar circularidad en obras MOP:

Tabla 6 Ejemplos de Indicadores ambientales

Indicador Ambiental	Descripción	Unidad de Métrica
Huella de Carbono	Cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a actividades humanas.	Ton CO ₂ e
Consumo de Agua	Evaluá la cantidad total de agua utilizada en relación con la producción o servicios generados.	Litros
Generación de Residuos por Unidad de Producción	Mide la cantidad de residuos generados en relación con la producción total.	Unidad de peso o unidad de volumen (Ton o m ³)
Eficiencia Energética	Mide el uso eficiente de energía en las operaciones.	kWh
Huella Hídrica	Cuantifica el uso total del agua por individuos, productos o empresas.	Litros
Superficie de Espacios Protegidos	Evaluá la cantidad y superficie intervenida de áreas protegidas.	Hectáreas (ha)
Pérdida de Suelo por Erosión	Mide la cantidad de suelo perdido debido a procesos erosivos.	Toneladas o hectárea (t/ha)
Índice de Calidad del Aire	Mide la concentración de contaminantes atmosféricos como PM ₁₀ , SO ₂ y NO ₂ .	Microgramos por metro cúbico (µg/m ³)

Por otra parte, para que cada indicador sirva para realizar comparaciones con otros escenarios de actividades, se debe reflejar su intensidad en relación con diferentes factores. A continuación, se da un ejemplo con el indicador de Huella de carbono representado con diferentes escenarios de intensidad.

Tabla 7 Ejemplo de indicadores ambientales de intensidad

Indicador	Métrica asociada a diferentes factores de intensidad	
Huella de carbono	ton CO ₂ eq/proyecto	En relación a
	ton CO ₂ eq/m ²	En relación a superficie
	ton CO ₂ eq/m ³	En relación a volumen
	ton CO ₂ eq/ton	En relación a masa
	ton CO ₂ eq/año	En relación a un período de tiempo
	ton CO ₂ eq/persona	En relación a personas
	ton CO ₂ eq/UF (de inversión)	En relación a costo o inversión

b) Indicadores Sociales

Se utilizan para evaluar y describir el estado de una sociedad en relación con diversas dimensiones. Estos indicadores permiten resumir y analizar aspectos como el trabajo, la salud, la educación, la pobreza, y otros factores que afectan la calidad de vida de las personas. Los indicadores sociales son herramientas que transforman conceptos sociales abstractos en datos numéricos, lo que facilita su análisis y comparación.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de indicadores sociales que pueden ser aplicables a medidas de circularidad:

Tabla 8 Ejemplos de Indicadores sociales

Social	Descripción	Unidad de Métrica
Cantidad de personal capacitado	Cantidad de personas capacitadas	cantidad de personas
Porcentaje de personal capacitado	Porcentaje de personas capacitadas con relación al total de personal	Porcentaje (%)
Tasa de empleo femenino	Porcentaje de mujeres que trabajan en algún área o empresa.	Porcentaje (%)
Tasa de mano de personas de pueblos originarios	Porcentaje de personas de pueblos originarios que trabajan en algún área o empresa.	Porcentaje (%)
Porcentaje de empleo generado	Porcentaje de empleos generados en proyectos con atributos de circularidad	Porcentaje (%)
Cantidad de empleo generado	Número total de empleos generados en tareas relacionadas a medidas de circularidad	Número de empleos

A continuación, se da un ejemplo de un indicador social con diferentes escenarios de intensidad.

Tabla 9 Ejemplo de indicadores sociales de intensidad

Indicador	Métrica asociada a diferentes factores de intensidad	
Porcentaje de personal capacitado	%/proyecto	En relación a un proyecto
	%/año	En relación a un período de tiempo
	%/UF (de inversión)	En relación a costo o inversión

En el caso de la evaluación de implementación de los criterios y medidas de circularidad en los proyectos MOP se identifican pocos impactos sociales directos, en particular están asociados a capacitación o nuevas oportunidades de trabajo, sin embargo, si puede haber una mayor oportunidad asociada a impactos indirectos como mejora del bienestar por contar con mejor infraestructura y mejoras en salud por reducción de contaminación al contar con mejores vías de conexión.

c) Indicadores Económicos

Corresponden a datos estadísticos que proporcionan información sobre el estado y el rendimiento de una actividad productiva y permiten evaluar una condición económica y compararla con diferentes escenarios. A continuación, se presentan ejemplos de indicadores económicos que pueden ser usados en construcción y en particular para complementar la medición de la incorporación de economía circular en obras MOP.

Tabla 10 Ejemplos de Indicadores económicos

Indicador Económico	Descripción	Unidad de Métrica
Valor presente Neto (VAN)	Mide la rentabilidad de una inversión de un proyecto con atributos de circularidad al calcular la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo esperados y el costo inicial.	Moneda local
Tasa Interna de Retorno (TIR)	Representa la tasa de descuento a la cual el VAN es igual a cero, indicando la rentabilidad del proyecto con atributos de circularidad.	Porcentaje (%)
Período de Recuperación (PR)	Indica el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a través de los flujos de efectivo generados.	Años
Inversión en Construcción	Total invertido en proyectos de construcción con atributos de circularidad durante un período específico.	Moneda local
Solicitudes de Permisos de Construcción	Total de permisos solicitados para nuevos proyectos de construcción con atributos de circularidad.	Número de permisos
Costo por Metro Cuadrado	Costo promedio asociado a la construcción de proyectos con atributos de circularidad, por metro cuadrado.	Moneda local (UF/m ²)

Tabla 11 Ejemplo de indicadores económicos de intensidad

Indicador	Métrica asociada a diferentes factores de intensidad
	UF/m ²
Inversión en Construcción	UF/año
	UF de proyectos con atributos de circularidad / UF del total de Proyectos (de inversión)

Con relación a los criterios y medidas de circularidad propuestas, se identificó que es factible, en varias de las medidas, construir indicadores económicos considerando una comparación entre los costos asociados a una línea base y los costos de un proyecto con medidas implementadas.

A continuación, se presenta una tabla con ejemplos de indicadores para algunas de las medidas propuestas.



Tabla 12 - Propuesta de indicadores ambientales de resultados a partir de los criterios propuestos

Categoría de indicador de resultados	Criterios / Condiciones Habilitantes relacionados	Parámetros	Indicador	Unidad de medida
Reducción de utilización de recursos	2 Optimización en el uso de recursos	Energía	Consumo de energía	MWh
	5 Incorporación de tecnologías para optimización de uso de materiales	Agua	Consumo de agua	m ³
Valorización de residuos	8 Promover uso de materias primas secundarias	Residuos de construcción y demolición	Cantidad de RCD valorizados	ton o m ³
	14 Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) post consumo	Aguas grises	Volumen de aguas grises recirculados	m ³
Valorización de recursos	11 valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) pre-consumo	Materiales de construcción	Cantidad de materiales de construcción recirculados	Ton o m ³
			Eficiencia en el uso de materiales de construcción	% (ton o m ³ utilizados / ton o m ³ adquiridos)
	15 Valorización de recursos (agua o energía)	Energía	Energía generada a partir de biomasa no utilizada	MWh
		Agua	Eficiencia en el uso de agua	% (m ³ utilizados / m ³ adquiridos)
Reducción de impactos ambientales	3 Uso de materiales de menor impacto ambiental (en particular)		Huella de carbono a lo largo del ciclo de vida del proyecto	ton CO ₂ eq
	En general todos los otros criterios también pueden ser evaluados según la reducción de impactos ambientales, comparando una línea base con sus impactos ambientales.	Emisiones de gases de efecto invernadero	Huella hídrica a lo largo del ciclo de vida del proyecto	m ³
			Otras categorías de impacto ambiental aplicadas en los análisis de ciclo de vida	(según la categoría de impacto)

Tabla 13 Propuesta de indicadores económicos de resultados a partir de los criterios propuestos

Categoría de indicador de resultados	Criterios / Condiciones Habilitantes relacionados	Parámetros	Indicador	Unidad de medida
Soluciones basadas en la naturaleza	4 promover soluciones basadas en la naturaleza	Servicios ecosistémicos	Valorización económica de los servicios ecosistémicos	Pesos Chilenos
		Adaptación al cambio climático	Valorización económica de la disminución de riesgos climáticos.	Pesos Chilenos
Aumento de durabilidad	5 incorporación de enfoque de mantenimiento, renovación y restauración	Extensión de vida útil del proyecto	Tiempo de extensión de vida útil	años
	6 Extensión de vida útil de materiales, partes de un proyecto o del proyecto	Disminución de riesgo de fallo de componentes	Valorización económica de la disminución del riesgo de fallo	Pesos Chilenos
Monitoreo	10 Renovación de edificación o infraestructura	Materiales de construcción	Resultados de ensayos de calidad de materiales	(según el ensayo)
	12 Reutilización de edificación o infraestructura			
	9 certificación ambiental de proyectos	Emisiones de gases de efecto invernadero	Porcentaje de proyectos que cuentan	%
	15 Gestión y monitoreo de información de uso de recursos		cuantificación de huella de carbono	(proyectos con huella de carbono / proyectos totales)

Tabla 14 Propuesta de indicadores sociales de resultados a partir de los criterios propuestos

Categoría de indicador de resultados	Criterios / Condiciones Habilitantes relacionados	Parámetros	Indicador	Unidad de medida
Formación de capacidades	Fortalecimiento de capacidades (Condición habilitante)	Profesionales para la gestión de RCD	Cantidad de profesionales capacitados en gestión de RCD	Número de profesionales
		Inspectores Fiscales	Cantidad de Inspectores Fiscales capacitados	Número de profesionales



8. MEDIDAS DE CIRCULARIDAD PROPUESTAS CON TEMPORALIDAD, SINERGIA E INDICADORES

8.1 MEDIDAS DE CIRCULARIDAD PROPUESTAS

A partir de la estructura de implementación de criterios de circularidad se definieron una serie de medidas las cuales fueron revisadas en talleres con las diferentes Direcciones de nivel nacional y regional de MOP, además de revisiones con la contraparte del estudio. A partir de este trabajo se propone un total de 51 medidas específicas, 30 de estas últimas fueron analizadas y priorizadas por las diferentes Direcciones MOP, 17 fueron propuestas por el equipo consultor a partir de oportunidades identificadas en los diferentes talleres y 4 fueron propuestas por funcionarios durante la revisión de los informes 2 y 3. Las medidas propuestas se presentan ordenadas de acuerdo a los siguientes modelo y criterios de circularidad.

Modelos y criterios de circularidad propuestos para el Ministerio de Obras Públicas

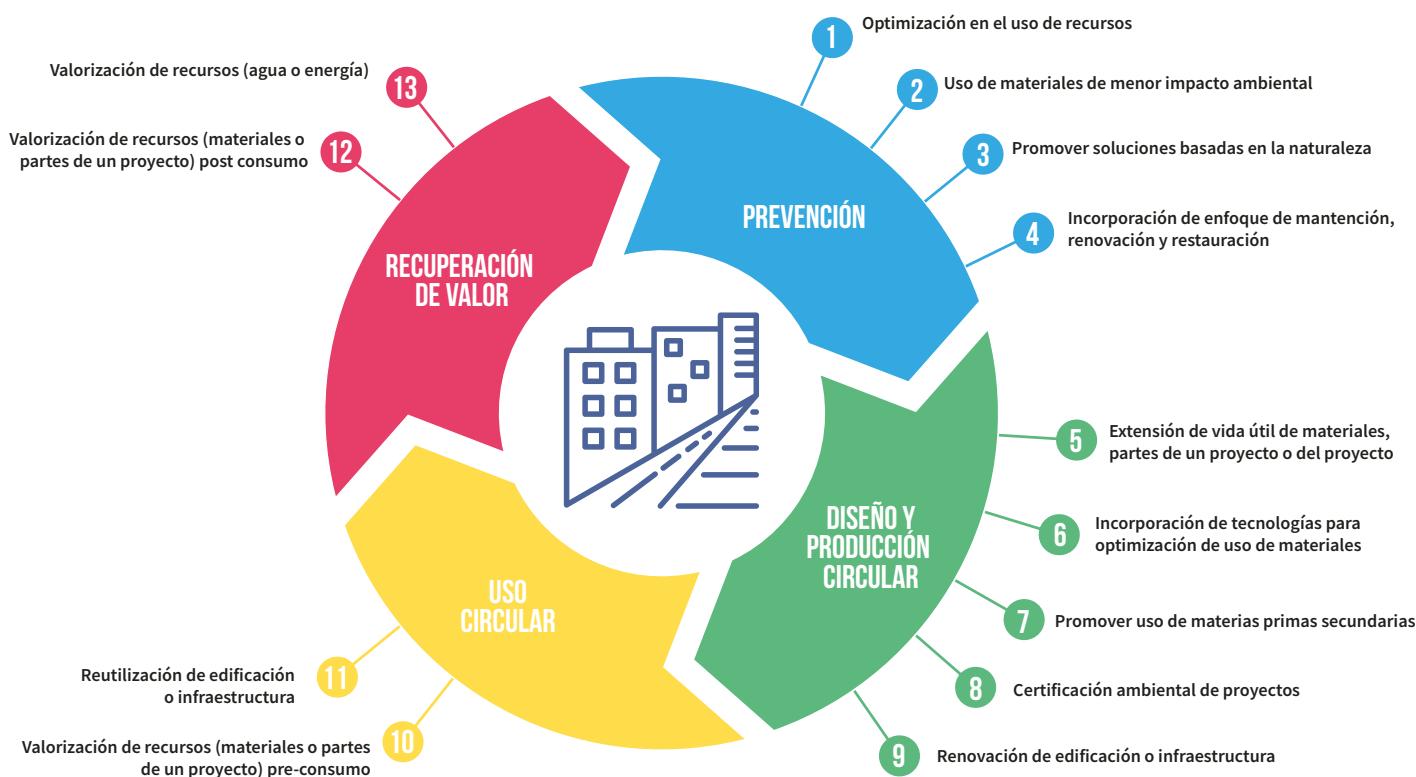


Figura 6 Modelos y criterios de circularidad propuestos para el Ministerio de Obras Públicas

En las tablas de medidas se puede ver la relación de cada medida con su criterio, tipología de proyecto, etapa del ciclo de vida en la que puede ser implementada la medida y la temporalidad o plazo de implementación factible. Este último punto, de temporalidad, servirá para priorizar el orden de implementación de las medidas.

Tabla 16 Medidas propuestas dentro del Modelo de Prevención

Clasificación Criterios y Condiciones Habilitantes	ID	Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Medida General	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad
Criterios	21	Construcción	Fortalecimiento de capacidades	Aumentar dotación de profesionales de expertise ambiental en los contratos de construcción	Todas	Todos	Exigir la contratación de un profesional en medio ambiente de manera permanente en los contratos; y capacitar a los IF en conceptos y procedimientos ambientales.	Mediano Plazo
Condición Habilitante	34	Planificación Estratégica	Desarrollo de política pública, reglamentos y normas	Participación o desarrollo de políticas o reglamentos que permitan implementar EC en MOP y/o fortalecer el ecocistema de EC	DGOP	Todos	Desarrollo de Estrategia de Economía Circular MOP al 2030.	Mediano plazo
Condición Habilitante	35	Planificación Estratégica	Desarrollo de política pública, reglamentos y normas	Participación o desarrollo de normas técnicas que permitan implementar EC en MOP y/o fortalecer el ecocistema de EC	Dirección de Vialidad	Todos	Impulsar el desarrollo de normas que aseguren calidad de hormigones con áridos reciclados para diferentes niveles de resistencia, a partir de pruebas realizadas en el laboratorio nacional.	Mediano plazo
Condición Habilitante	36	Planificación Estratégica	Articulación de actores Público Privada	Articulación y Coordinación Público-Privado	DGOP	Todos	Firma de APL con otros sectores para fortalecer el ecocistema de EC en regiones que no cuenten con centros de valorización de RCD.	Largo Plazo
Condición Habilitante	37	Planificación Estratégica	Articulación de actores Público Privada	Sinergias con otros ministerios	DGOP	Todos	Convenio con MMA para contar con la información mensual reportada por los proyectos MOP en SINADER.	Mediano plazo
Condición Habilitante	38	Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Impulsar investigación con foco en la reutilización de materiales o sistemas.	Dirección de Vialidad	Todos	Desarrollar pruebas en el laboratorio nacional de hormigones con diferentes áridos reciclados y artificiales y caracterizar resistencias y durabilidad.	Mediano plazo
Condición Habilitante	42	Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Implementar estrategia comunicacional MOP para educar a todos los actores que operan en los proyectos (inspectores fiscales, contratistas, etc..).	DGOP	Todas	Plan de capacitación anual por roles de funcionarios y contratistas.	Mediano plazo
Condición Habilitante	43	Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Implementar estrategia comunicacional MOP para educar a todos los actores que operan en los proyectos (inspectores fiscales, contratistas, etc..).	DGOP	Todas	Seminario anual interno de intercambio de experiencias y un seminario anual con invitados externos y extranjeros para conocer lo que está sucediendo a nivel nacional y global.	Mediano plazo

Condición Habilitante	44	Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Implementar estrategia comunicacional MOP para educar a todos los actores que operan en los proyectos (inspectores fiscales, contratistas, etc.).	DGOP	Todas	Incorporar en Página web del MOP una sección sobre los avances de EC del MOP.	Mediano plazo
Condición Habilitante	47	Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Mejorar la gestión de residuos post desastres.	DGOP	Todas	Implementar protocolo para gestión de residuos de construcción y naturales post desastres que afecten obras de infraestructura MOP.	Mediano plazo
Condición Habilitante	50	Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Desarrollo de documentos técnicos de apoyo como guías, protocolos, planillas, etc..	Dirección de Arquitectura	Todas	Incorporar a documento Criterios de diseño de Eficiencia energética medidas de economía circular y modificar nombre del documento a "Criterios de Diseño de Sustentabilidad o Sostenibilidad"	Mediano plazo

Tabla 17 Medidas propuestas dentro del Modelo de diseño y producción circular

Clasificación Criterios y Condiciones Habilitantes	ID	Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Medida General	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad
Criterios	1	Idea / Perfil	Incorporación nuevas tecnologías	Incorporar enfoque de industrialización en los lineamientos iniciales de proyectos	Dirección General de Concesiones	Infra. Hospitalaria Infra. Penitenciaría Infra. Aeroportuaria Edificación Pública	En etapa de perfil indicar que se debe incentivar con puntaje adicional en la licitación los proyectos con mayor factor de industrialización basado en los elementos industrializados que incorpora el proyecto.	Corto plazo
Criterios	6	Estudio Preliminar / Anteproyecto	Reutilización de edificación o infraestructura	Incorporar lineamientos de diseño que aseguren la flexibilidad y adaptabilidad de la infraestructura para futuros usos	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Solicitar un porcentaje de la superficie habitable cuente con plantas libres y cierres desmontables que permitan flexibilizar los usos de los recintos en el tiempo.	mediano plazo
Criterios	13	Estudio definitivo / Diseño	Optimización en el uso de recursos	Incorporar requisitos y criterios para promover el uso de sistemas modulares y elementos prefabricados.	Dirección General de Concesiones	Infra. Hospitalaria Infra. Penitenciaría Infra. Aeroportuaria Edificación Pública	Establecer indicador de modulación, con el fin de comparar la superficie de elementos modulares verticales utilizados en el proyecto versus el total de superficies de elementos verticales totales del proyecto.	Corto plazo
Criterios	17	Construcción	Optimización en el uso de recursos	Contratista incorpora para optimizar la construcción tecnologías de industrialización u otras como impresión 3D, realidad virtual y/o uso de drones	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Desarrollar una Biblioteca BIM de soluciones industrializadas por tipo de proyecto MOP orientada a optimizar el uso de materiales y reducir desechos	Mediano plazo

Criterios	25	Operación / Conservación	Certificación ambiental de proyectos	Promover un desempeño ejemplar en gestión ambiental a través de sistemas de certificación de operación	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Establecer como requerimiento, en las regiones que sea factible, cumplir de forma obligatoria con el crédito voluntario de gestión de RCD que pide cumplir con 50% de reciclaje residuos del volumen total de residuos de obra, según requerimientos CES CONST.M&R 10 y considerar DAP para materiales de 3 categorías, según requerimientos CES ARQ.M&R 8.	Corto plazo
Criterios	32	Fin de vida	Incorporación de enfoque de mantención y restauración	Incentivar restauración o conservación de proyectos por sobre demolición	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Desarrollar un protocolo para el desmontaje de los diferentes componentes de infraestructura de Edificación pública que permita la reutilización de los elementos en futuros proyectos.	Mediano plazo

Tabla 18 Medidas propuestas dentro del Modelo de uso circular

Clasificación Criterios y Condiciones Habilitantes	ID	Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Medida General	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad
Criterios	5	Estudio Preliminar / Anteproyecto	Promoción de eficiencia en el uso de recursos	Incorporar en diseño incentivos para la reutilización de componentes en buen estado existentes en el mismo proyecto	Dirección de Aeropuertos	Red aeroportuaria secundaria	Realizar caracterización de los elementos que tienen mayor potencial de industrialización para diferentes tipos de infraestructura de Red aeroportuaria secundaria	Mediano plazo
Criterios	12	Estudio definitivo / Diseño	Promoción de eficiencia en el uso de recursos	Incorporar en licitación de construcción medida de reducción de RCD, agua y energía en etapa de construcción con respecto a una línea base.	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Implementar un "Plan de Gestión Sustentable del Agua durante la construcción" para lograr el uso eficiente y optimizar el consumo de agua potable y prevenir la contaminación del agua y suelo durante la construcción. En el caso del consumo de agua, se deberá demostrar el porcentaje de cumplimiento voluntario establecido por CES.	corto plazo
Criterios	16	Construcción	Selección de materiales con información de impacto ambiental	Contratista prioriza uso de materiales con contenido reciclado certificado.	Todas	Todas	Se incorpora incentivo como puntaje adicional en la selección de proyectos que incorporen al menos 5% del presupuesto de materiales con contenido reciclado certificado por DAP.	mediano plazo
Criterios	19	Construcción	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) pre-consumo	Establecer protocolos de uso eficiente de recursos de terrenos green field	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Definir porcentaje de proyectos con procesos de excavación, que reutilizan material en el mismo sitio.	Mediano plazo

Criterios	22	Operación / Conservación	Optimización en el uso de recursos	Establecer protocolos de uso eficiente de recursos en los proyectos de infraestructura	Dirección de Vialidad	Mantenimiento y explotación de infraestructura vial	Establecer en el Manual de carreteras un protocolo que permita reducir la cantidad de material que se retire en los diferentes procesos de conservación y mantenimiento.	mediano plazo
Criterios	31	Fin de vida	Reutilización de edificación o infraestructura	Establecer incentivos para reutilizar materiales y/o componentes existentes de infraestructura	Dirección de Vialidad	Mantenimiento y explotación de infraestructura vial	Otorgar puntaje adicional a proyectos de conservación de infraestructura vial que incorporen material valorizado de la infraestructura existente.	Corto plazo

Tabla 19 Medidas propuestas dentro del Modelo de recuperación de valor

Clasificación Criterios y Condiciones Habilitantes	ID	Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Medida General	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad
Criterios	2	Idea / Perfil	Incorporación de enfoque de restauración	Establecer lineamientos de restauración desde la concepción del proyecto	Dirección de Obras Hidráulicas	Control Aluvional y de Manejo de Cauces	Desarrollar e implementar una Guía de diseño de Economía Circular en Obras Hidráulicas, que integre los procesos de diseño, construcción y posterior conservación, para que, de esta manera, definan metas de valorización de los componentes estructurales.	corto plazo
Criterios	3	Idea / Perfil	Reutilización de edificación o infraestructura	Establecer lineamientos de reutilización de infraestructura existente desde el origen del proyecto	Dirección General de Concesiones	Infra. Hospitalaria Infra. Penitenciaría Infra. Aeroportuaria Edificación Pública	Solicitar en la Presentación de Idea que, para los proyectos de intervención de infraestructura, se deberá implementar una auditoría pre-demolición para determinar la superficie que pueda ser reutilizada o rehabilitada, identificando elementos y componentes constructivos a ser reusados, piezas constructivas por ser preparadas para su reutilización, materiales a reciclaje u otras formas de valorización, sumado a una adecuada gestión de los residuos restantes.	Corto plazo
Criterios	7	Estudio Preliminar / Anteproyecto	Reciclaje de recursos	Incorporar lineamientos para promover el aprovechamiento y recuperación de RCD.	Dirección de Vialidad	Infraestructura urbana	Solicitar que al menos el 10% de los áridos utilizados en los pavimentos de hormigón asfalto y un 30% de áridos para base y subbase sean reciclados o artificiales.	corto plazo
Criterios	8	Estudio Preliminar / Anteproyecto	Renovación de edificación o infraestructura	Establecer incentivos a diseños que privilegien renovación de infraestructura existente	Dirección de Vialidad	Mantenimiento y explotación de infraestructura vial	Incorporar dentro de la etapa de estudio preliminar la evaluación del impacto económico, ambiental y social de valorizar los materiales en la etapa de operación y mantenimiento de infraestructura vial.	corto plazo

Criterios	10	Estudio Preliminar / Anteproyecto	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) pre-consumo	reutilización de materiales y/o componentes	Dirección de Obras Hidráulicas	Control Aluvional y de Manejo de Cauces	Exigir uso de porcentaje de áridos artificial o reciclado en los pretilles fluviales de las defensas en los ríos y esteros.	Corto Plazo
			Reusar componentes del proyecto	Establecer en diseño de edificaciones de vida corta, instalaciones de faena y transitorias, enfoque de desmontaje o reutilización	Dirección de Aeropuertos	Infraestructura de Pequeños aeródromos	Incorporar en licitaciones de diseño y construcción de pequeños aeródromos el requerimiento que un porcentaje mínimo de la estructura pueda ser desmontable.	Mediano Plazo
Criterios	14	Estudio definitivo / Diseño	Extensión de vida útil del proyecto	Incorporar en especificaciones técnicas exigencia de garantía de durabilidad de los materiales y productos	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Solicitar, a través de los criterios de diseño y especificaciones técnicas, un porcentaje de los materiales estructurales cumplan con respaldo técnico que defina la vida útil y una guía de mantenimiento para que se pueda gestionar su extensión en el tiempo en base a lo establecido por la Ley General de Urbanismo y Construcción.	corto plazo
Criterios	15	Estudio definitivo / Diseño	Extensión de vida útil del proyecto	Incorporar en especificaciones técnicas exigencia de garantía de durabilidad de los materiales y productos	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Solicitar, a través de los criterios de diseño y especificaciones técnicas, un porcentaje de los materiales estructurales cumplan con respaldo técnico que defina la vida útil y una guía de mantenimiento para que se pueda gestionar su extensión en el tiempo en base a lo establecido por la Ley General de Urbanismo y Construcción.	corto plazo
Criterios	30	Estudio Definitivo / Diseño	Reutilización de edificación o infraestructura	Establecer en bases de obras de demolición protocolos de conservación de materiales o elementos para reuso	Dirección General de Concesiones	Infraestructura Aeroportuaria	Indicar en Bases técnicas de licitación para obras que consideren demolición o desmontaje, que se debe considerar una Auditoría de Pre-demolición y definir el porcentaje de materiales y elementos a reutilizar en el mismo proyecto u en otro.	mediano plazo
Criterios	18	Construcción	Extensión de vida útil del proyecto	Contratista desarrolla acciones para extender vida útil de maquinarias y equipos.	Dirección de Aeropuertos	Todas	Desarrollar un protocolo para el reporte de operación y mantenimiento de maquinarias y equipos utilizados en las obras MOP para garantizar su correcto funcionamiento, el cual deberá considerar proceso de revisión por tercera parte.	Corto plazo
Criterios	20	Construcción	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) post consumo	reutilización de materiales y/o componentes	Dirección de Obras Hidráulicas	Obras Fluviales	Considerar la "reutilización" de los materiales y componentes en las obras fluviales que se ejecutan ejecutamos en las riberas de los ríos, esto en cumplimientos con las exigencias de calidad.	Mediano Plazo
Criterios	23	Operación / Conservación	Incorporación de enfoque de mantención y restauración	Incorporar lineamientos de mantención y reparación periódica de obras para evitar deterioro	DGC, DOH, DAP y DA	Infraestructura de Edificación Pública	Incorporar en las bases de licitación de la concesionaria presentar reportes anuales de mantención y reparación de la Infraestructura y Edificación Pública.	mediano plazo

Criterios	26	Operación / Conservación	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) post consumo	Implementar sistemas de reciclaje eficientes para residuos y componentes en desuso en la operación del proyecto.	DGOP	Todos	Implementar a través de una Plataforma de banco de materiales regionales entre Direcciones MOP, el reporte mensual de valorización y estado actual de los RCD y componentes en desuso para identificar oportunidades de reutilización o transferencia en los procesos de renovación de los proyectos MOP.	Largo plazo
Criterios	27	Operación / Conservación	Valorización de recursos (agua o energía)	Cogeneración de energía	Dirección General de Concesiones	Edificación Pública	Solicitar en bases de licitación de edificación pública la incorporación de sistema de climatización polivalentes.	Corto Plazo
Criterios	28	Operación / Conservación	Valorización de recursos (agua o energía)	Establecer protocolos de uso eficiente de recursos en los proyectos de edificación	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Definir porcentaje de los proyectos de Edificación Pública deberán cumplir con el requerimiento voluntario INN.24 Innovación de la CES, incluyendo estrategias de aprovechamiento de aguas lluvias y aguas grises, según lo establecido por el Apéndice 17 y el Apéndice 20 del Manual CES v1.1.	Mediano Plazo
Criterios	29	Operación / Conservación	Extensión de vida útil del proyecto	Incorporar protocolo para la evaluación periódica del estado de conservación de terminaciones e instalaciones	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública Obras de patrimonio arquitectónico y urbano	Entregar una guía para desarrollar e implementar un “Plan de Operación y Mantenimiento” anual de los materiales de terminación e instalaciones, en las obras de conservación y reposición, para garantizar su extensión de vida útil.	mediano plazo
Criterios	48	Planificación Estratégica	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) post consumo	Definir líneas base sobre aprovechamiento de materiales de demolición por tipología de proyectos.	DGOP	Todas	Desarrollar un Índice o factor de aprovechamiento de materiales derivados de obras de demolición, por tipologías de proyectos.	Largo Plazo

Tabla 20 Medidas propuestas dentro del Modelo de soporte circular

Clasificación Criterios y Condiciones Habilitantes	ID	Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Medida General	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad
Condición Habilitante	4	Idea / Perfil	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Incorporar desde la conceptualización de los proyectos objetivos de monitoreo y gestión eficiente en el uso de recursos y materiales en operación	DGOP	Edificación Pública	Establecer objetivos de monitoreo de consumo de energía, construcción de líneas base y metas de reducción anual asociados a la operación de activos MOP.	mediano plazo
Condición Habilitante	9	Estudio Preliminar / Anteproyecto	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Incorporar mandato para el cálculo de emisiones de GEI del proyecto con enfoque de ACV	Todas	Todas	Incorporar en licitaciones de diseño y construcción de infraestructura y edificaciones el cálculo de emisiones de GEI del proyecto bajo norma EN 15978 considerando, al menos los módulos A1 a A5 y C1-C4	corto plazo
Criterios	11	Estudio definitivo / Diseño	Selección de materiales de menor impacto ambiental	Establecer valores referenciales de parámetros ambientales en base a Declaraciones Ambientales de Productos (DAP) para los materiales más incidentes	Dirección General de Concesiones	Infraestructura Edificación Pública	Identificar los factores de caracterización de impactos ambientales para todas las categorías de impacto ambiental exigidas en la EN 15804 para el hormigón y el acero estructural.	Mediano plazo
Condición Habilitante	24	Operación / Conservación	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Establecer sistema de monitoreo y gestión en línea de uso de recursos como energía o agua	Dirección General de Concesiones	Infraestructura Edificación Pública	Exigir en los términos de referencia y bases de licitación la incorporación de medidores inteligentes de consumo eléctrico e hídrico y un sistema de monitoreo y reporte de estos consumos. El sistema debe, como mínimo, reportar mensualmente a la división de infraestructura sustentable de la DGOP,	mediano plazo
Condición Habilitante	33	Fin de vida	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Utilizar tecnologías de gestión de datos para caracterizar nivel de desgaste de la infraestructura	DGC, DOH, DAP y DA	Todas	Reportar, a través de la plataforma Banco de Materiales MOP los materiales estructurales u otros elementos que puedan ser reutilizados y su calidad en todos los proyectos de conservación y/o fin de vida, provenientes de una auditoría externa de conservación.	mediano plazo
Condición Habilitante	39	Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Construcción de bases de datos de materiales o Banco de materiales de proyectos MOP, para promover su gestión circular.	DGOP	Todos	Desarrollo de Plataforma web de Banco de Materiales, donde todas las obras publiquen mensualmente y por región los materiales y componentes que no se utilicen para identificar oportunidades de uso tanto en proyectos MOP como derivaciones para otros servicios público. Esto deberá estar coordinado con centros de almacenamiento y transferencia regionales.	Mediano plazo

Condición Habilitante	40	Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Construcción de bases de datos de activos o Banco de activos, para gestión circular.	DGOP	Todos	Desarrollo de Plataforma interna MOP donde todas las Direcciones, Seremis y Nivel Nacional publiquen información sobre los activos y terrenos que cuente el MOP en cada región para identificar oportunidades de uso.	Mediano plazo
Condición Habilitante	41	Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Establecer líneas bases de utilización de materiales de construcción para cada tipología de activos MOP ya existentes.	DGOP	Todas	Establecer una metodología para cuantificar los materiales de construcción de activos ya existentes del MOP para generar líneas bases.	Corto plazo
Condición Habilitante	45	Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Construcción de bases de datos de gestión de recursos en operación de edificios	DGOP	Todas	Incorporar en el informe ambiental de obras, la solicitud un inventario de energía y agua utilizada por partida para las diferentes tipologías de proyectos MOP.	Corto plazo
Condición Habilitante	46	Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Desarrollo e implementación de Plataformas de gestión de datos de recursos y residuos utilizados en obra	DGOP	Todas	Desarrollar una plataforma de gestión de datos de los reportes de RCD mensuales de todos los proyectos MOP que permitan construir líneas base de generación de RCD, definir metas, realizar gestión y trazabilidad de los recursos.	Mediano plazo
Condición Habilitante	49	Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Identificar potencial de mitigación de incorporación de EC en obras MOP.	DGOP	Todas	Realizar estudio que permita cuantificar el impacto en reducción de emisiones en etapa de construcción de las diferentes tipologías de proyectos MOP que incorporen criterios de circularidad.	Largo Plazo
Condición Habilitante	51	Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Levantamiento de información territorial sobre gestión de residuos	DGOP	Todos	Efectuar levantamiento de los botaderos y empréstitos autorizados en cada región del país representados en cartografía geo-referenciada, que incluya en capas, información de áreas protegidas tales como parques y humedales, con el fin de reconocer en forma eficiente la afectación que pudieran causar los proyectos MOP.	Mediano Plazo

8.2 OPORTUNIDADES DE SINERGIA ENTRE DIRECCIONES.

A partir del análisis de las diferentes medidas se identificaron diferentes oportunidades de sinergia entre las Direcciones MOP, en este sentido se identificó que 39 de las 51 medidas específicas, es decir el 76%, presentan oportunidades de sinergia entre Direcciones.

Además, se identificó que, dependiendo del tipo de medida específica, se pueden generar diferentes tipos de sinergias. En este sentido se identificaron 18 medidas específicas que permiten sinergias entre o con todas las Direcciones, lo que corresponde a un total de 35%. Junto con lo anterior, se identificaron medidas que permiten sinergia sólo con una Dirección o unidad, en este sentido se identifican 20 medidas (39%) que establecen sinergias con una o dos Direcciones. El detalle de las oportunidades de sinergias se puede revisar en el ***Anexo 1 Oportunidades de Sinergia entre Direcciones que se encuentra al final del documento.***



9. CONCLUSIONES

En base a un análisis del marco conceptual, constituido por el análisis de políticas, instrumentos regulatorios, estrategias y buenas prácticas de economía circular para el sector construcción a nivel nacional e internacional y el análisis de la gobernanza del MOP, tipologías de proyectos, sus etapas de ciclo de vida y documentos técnicos desarrollados por MOP se realiza una propuesta de estrategia de implementación de criterios de circularidad para ser incorporados en las diferentes etapas de las diferentes tipologías de proyectos del MOP. Esta estrategia está estructurada a partir de modelos de economía circular que permiten incorporar criterios y medidas de circularidad en las diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos. Además de los criterios de circularidad, se proponen cuatro condiciones habilitantes de circularidad, las que permiten implementar medidas estratégicas y transversales en la institución.

La lógica detrás de cada medida responde a modelos y criterios de circularidad, los cuales a su vez están asociados a etapas de vida de los proyectos. Este enfoque permite que puedan ser alineados e incorporados a otros instrumentos de gestión como el plan sectorial de mitigación y adaptación, y las políticas de EC a nivel global. Además, estos criterios y medidas específicas propuestas responden a los compromisos del MOP en instrumentos de política pública de Cambio Climático y Economía Circular, por lo que permiten armonizar su implementación tanto con instrumentos de política de CC y EC existentes como en desarrollo.

Por otra parte, el profundizar en las medidas permitió identificar su relación con tipologías de proyectos MOP, temporalidad de implementación, modificaciones necesarias en los instrumentos MOP además de necesidades regulatorias, de estándares, de innovación y desarrollo.

Como parte de esta propuesta se hizo un análisis de las posibles sinergias con o entre Direcciones MOP como consecuencia de la implementación de las medidas propuestas. En este sentido se identifica que el 76% de las medidas generan posibles sinergias entre o con direcciones.

Los principales ámbitos de sinergia identificados son en planificación estratégica; tecnología y plataformas; levantamiento de datos, construcción de líneas base y cuantificación de impactos; comunicaciones y fortalecimiento de capital humano; estándares, metodologías y protocolos e investigación y desarrollo.

Complementario a lo anterior, se definen indicadores que permitan evaluar en diferentes temporalidades los resultados de implementación de los criterios y medidas circulares propuestas. En ese contexto, se definieron dos grupos de indicadores, los indicadores de implementación y los indicadores de resultados. Los indicadores de implementación buscan medir el grado de progreso de la implementación de los criterios y medidas de circularidad en los proyectos del MOP. Por otra parte, los indicadores de resultados permiten evaluar los

resultados y desempeño de la implementación de las medidas en diferentes períodos de tiempo. Entre los tipos de indicadores de resultados se encuentran los indicadores ambientales, sociales y económicos.

Se identifica la necesidad de generar un sistema robusto de levantamiento y reporte de datos que permita establecer las líneas base sobre las cuales se compararán los proyectos con medidas de circularidad implementadas. En este escenario, los indicadores permitirán medir los avances de desarrollo e implementación de la estrategia, criterios y medidas propuestas.



10. BIBLIOGRAFÍA

- CChC. (2021). *Estrategia de Economía Circular en Construcción (2021-2025)*. Chile.
- CDT. (2024). *Matriz de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición*. Obtenido de pagina web de CDT: https://www.cdt.cl/?post_type=dlm_download&p=2072995
- Circle Economy Fundation. (2021). *THE CIRCULARITY GAP REPORT 2021*. Obtenido de <https://www.circularity-gap.world/2021>
- Conama, GBCe y Asociación RCD. (2018). *Economía Circular en el Sector de la Construcción. Rumbo 2030*. España.
- Construye 2025. (2020). *Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035*. Chile.
- European Commission. (2020). *Categorisation System for the Circular Economy*. Obtenido de https://circularconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/categorisation_system_for_the_ce.pdf
- Fundación Ellen MacArthur. (2013). *Hacia la economía circular*. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>
- Fundación Ellen Macarthur+ARUP. (2024). *Circular Buildings Toolkit*. Obtenido de <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/>
- Fundación Ellen Macarthur+ARUP. (revisado en marzo 2024). *4.5.5 Circular Buildings Toolkit*. Obtenido de <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/>
- Fundación Ellen Mcarthur, A. (2022). *First Steps Towards a Circular Built Environment*. Reino Unido.
- Gob. España. (2020). *Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo*. España.
- Gob. España. (2021). *Ley de Cambio Climático y Transición Energética*. Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2021/05/21/pdfs/BOE-A-2021-8447.pdf>
- Gob. Francés. (2015). *Ley N° 2015-992, relativa a la transición energética para el crecimiento verde*. Obtenido de <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031044385>
- Gob. of Netherland. (2023). *Programa Nacional de Economía Circular 2023-2030*. Obtenido de <https://www.government.nl/topics/circular-economy/circular-dutch-economy-by-2050>
- Gobierno México. (2012). *Ley General de cambio Climático*. Mexico.
- Gov. frances. (2020). *Ley N° 2020-105, relativa a la lucha contra los residuos y la economía circular*. Obtenido de <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759/>

- Green Alliance. (2023). *Circular construction, Building for a greener UK economy*. Obtenido de <https://green-alliance.org.uk/wp-content/uploads/2023/03/Circular-construction.pdf>
- HM Gov UK. (2018). *Our Waste, Our Resources: a Strategy for England*. United Kingdom.
- IDAE. (Fecha de consulta: 15/05/2024). *Cogeneración*. Obtenido de <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/transformacion-de-la-energia/cogeneracion>
- INN. (2023). *prNCh3835 Economía circular - Atributos de circularidad e indicadores de circularidad – Vocabulario y marco de referencia para atributos e indicadores de circularidad en entornos construidos*.
- ISO. (2006). *ISO 14.025 Etiquetas y declaraciones ambientales – Declaraciones ambientales tipo III – Principios y procedimientos*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14025:ed-1:v1:es>
- ISO. (2006). *ISO 14044 Gestión ambiental - Análisis de ciclo de vida - Requisitos y directrices*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:es>
- ISO. (2015). *ISO 14.001 Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es:term:3.1.5>
- ISO. (2016). *ISO 14.021 Etiquetas y declaraciones ambientales – Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Etiquetado ambiental tipo II)*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14021:ed-2:v1:es>
- ISO. (2018). *ISO 14.024 Etiquetas y declaraciones ambientales – Etiquetado ambiental Tipo I – Principios y procedimientos*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14024:ed-2:v1:es>
- ISO. (2019). *ISO 56004 Evaluación de la gestión de la innovación – Orientación*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:56004:ed-1:v1:es>
- ISO. (2020). *ISO 14.006 Sistemas de gestión ambiental „Directrices para incorporar el ecodiseño“*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14006:ed-2:v1:es>
- ISO. (2023). *ISO/DIS 59.040 Circular economy – Product circularity data sheet*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:59040:dis:ed-1:v1:en>
- ISO. (2024). *Circular economy – Measuring and assessing circularity performance*.
- MIDEKO. (2019). *Estrategia de Transición Justa*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/planes-estrategias/transicion-justa/Estrategia_Transicion_Justa_Def.PDF
- MINAE. (2018). *Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050*. Costa Rica.
- MINAE. (2023). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Costa Rica.
- MinAmbiente. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Colombia.
- MinAmbiente. (2021). *Res. N°1257 Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición*. Colombia.

- Minsal. (2021). *Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos de Actividades de la Construcción y Demolición*. Chile.
- MINVU. (2019). *NCh 3562 "Gestión de residuos - Residuos de construcción y demolición (RCD) - Clasificación y directrices para el plan de gestión"*. Obtenido de http://documentos.minvu.cl/min_vivienda/decretos_exentos/Documents/DEDIJURN%20B0%20%20%20%2037.pdf
- Minvu. (2020). *DS 47/1992 Ordenanza General de Urbanismo y construcción*. Obtenido de <https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2019/05/OGUC-Junio-2020-D.S.-N%C2%B0032-D.O.-13-06-2020.pdf>
- MITECO. (2019). *Estrategia Española de Economía Circular*. España.
- MITECO. (2021). *Plan de Acción de Economía Circular 2021- 2023*. España.
- MITECO. (2021). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf
- MMA. (2016). *Ley 20.920 Establece Marco para la gestión de residuos, La responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje*. Obtenido de <https://bcn.cl/2f7b2>
- MMA. (2021). *Estrategia Climática de Largo Plazo*. Chile.
- MMA. (2021). *Hoja de Ruta para un Chile Circular 2040*. Chile.
- MMA. (Fecha de consulta: 15/05/2024). *Huella de Carbono*. Obtenido de <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- MMA. (Fecha de consulta: 15/05/2024). *Industria Circular „Más eficiencia en el uso de recursos“*. Obtenido de <https://economiacircular.mma.gob.cl/industria/#:~:text=Mayor%20eficiencia%20en%20el%20uso%20de%20los%20recursos&text=Por%20otro%20lado%2C%20la%20symbiosis,la%20eficiencia%20en%20su%20uso>
- MMA. (Fecha de consulta: 15/06/2024). *¿Qué es la Estrategia Climática de Largo Plazo?* Obtenido de <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento/>
- MOP. (2016). *Política de Sustentabilidad Ambiental*. Chile.
- MOP. (2017). *Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático*. Chile.
- MOP. (2020). *Definición de Economía Circular MOP*. Chile.
- MTERD. (2021). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.html>
- OECD. (2021). *The OECD Inventory of Circular Economy indicators*. Obtenido de <https://www.oecd.org/cfe/cities/InventoryCircularEconomyIndicators.pdf>
- Presidencia. (2008). *Real Decreto (RD) 105/2008 que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*. España.
- RETC. (2022). *Destinatarios finales de residuos no peligrosos*. Obtenido de <https://>

datosretc.mma.gob.cl/dataset/destinatarios-de-residuos-industriales-no-peligrosos

- RICS. (2024). *RICS Professional Standard „Evaluación del ciclo de vida completo para el entorno construido“*. Obtenido de <https://www.rics.org/profession-standards/rics-standards-and-guidance/sector-standards/construction-standards/whole-life-carbon-assessment>
- Secretaría de Medio Ambiente. (2020). Contribución Determinada a Nivel nacional. México.
- UE. (2008). *Directiva 2008/98/CE marco sobre residuos*. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/es/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20180705&from=EN>
- UK Gov. (2008). *The Site Waste Management Plans Regulations 2008*. United Kingdom.
- UNE. (2021). *EN 15.643 Sostenibilidad en la construcción. Marco para la evaluación de los edificios y las obras de ingeniería civil*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0067460>
- UNEP. (2011). *Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación*. Obtenido de <https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/cement/06a3r1s.pdf>
- UNFCCC. (2015). *El Acuerdo de París*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>
- UNFCCC. (Fecha de consulta: 15/05/2024). Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). Obtenido de <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/contribuciones-determinadas-a-nivel-nacional-ndc>
- Wackernagel, M. R. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact*. Gabriola Island, BC.
- World Economic Forum. (2023). *Circularity in the Built Environment: Maximizing CO2 Abatement and Business Opportunities*. Obtenido de <https://www.weforum.org/publications/circularity-in-the-built-environment-maximizing-co2-abatement-and-business-opportunities/>



11. ANEXOS

11.1 ANEXO 1 OPORTUNIDADES DE SINERGIA ENTRE DIRECCIONES

Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Prevención

Tabla 20 Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Prevención

Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Dirección MOP	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad	Sinergia
Planificación Estratégica	Desarrollo de política pública, reglamentos y normas	DGOP	Todos	Desarrollo de Estrategia de Economía Circular MOP al 2030.	Mediano plazo	Sinergia con todas
Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Dirección de Vialidad	Todos	Desarrollar pruebas en el Laboratorio Nacional de hormigones con diferentes áridos reciclados y artificiales y caracterizar resistencias y durabilidad.	Mediano plazo	Sinergia con LN y replicar en todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	DGOP	Todas	Plan de capacitación anual por roles de funcionarios y contratistas.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	DGOP	Todas	Seminario anual interno de intercambio de experiencias y un seminario anual con invitados externos y extranjeros para conocer lo que está sucediendo a nivel nacional y global.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	DGOP	Todas	Incorporar en Página web del MOP una sección sobre los avances de EC del MOP.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	DGOP	Todas	Implementar protocolo para gestión de residuos de construcción y naturales post desastres que afecten obras de infraestructura MOP.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Fortalecimiento de capacidades	Dirección de Arquitectura	Todas	Incorporar a documento Criterios de diseño de Eficiencia energética medidas de economía circular y modificar nombre del documento a “Criterios de Diseño de Sustentabilidad o Sostenibilidad”	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones

Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Diseño y Producción Circular

Tabla 21 Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Diseño y Producción Circular

Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad	Sinergia
Conservación / Fin de vida	Incorporación de enfoque de mantención y restauración	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Desarrollar un protocolo para el desmontaje de los diferentes componentes de infraestructura de Edificación pública que permita la reutilización de los elementos en futuros proyectos.	Mediano plazo	Sinergia con DGC
Construcción	Optimización en el uso de recursos	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Desarrollar una Biblioteca BIM de soluciones industrializadas por tipo de proyecto MOP orientada a optimizar el uso de materiales y reducir desechos	Mediano plazo	Sinergia con todas para ampliar la biblioteca
Estudio definitivo / Diseño	Optimización en el uso de recursos	Dirección General de Concesiones	Infra. Hospitalaria Infra. Penitenciaría Infra. Aeroportuaria Edificación Pública	Establecer indicador de modulación, con el fin de comparar la superficie de elementos modulares verticales utilizados en el proyecto versus el total de superficies de elementos verticales totales del proyecto.	Corto plazo	Sinergia con DA

Sinergias de medidas asociadas a Modelos de uso Circular

Tabla 22 Sinergias de medidas asociadas a Modelos de uso Circular

Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad	Sinergia
Idea / Perfil	Extensión de vida útil del proyecto	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Incorporar como incentivo de los proyectos la garantía extendida de durabilidad o vida útil de estructura, instalaciones y terminaciones.	Mediano plazo	Sinergia con LN y replicar en todas las Direcciones
Estudio definitivo / Diseño	Promoción de eficiencia en el uso de recursos	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Implementar un “Plan de Gestión Sustentable del Agua durante la construcción” para lograr el uso eficiente y optimizar el consumo de agua potable y prevenir la contaminación del agua y suelo durante la construcción. En el caso del consumo de agua, se deberá demostrar el porcentaje de cumplimiento voluntario establecido por CES.	corto plazo	Sinergia con DGOP y replicar en todas las Direcciones
Construcción	Selección de materiales con información de impacto ambiental	Todas	Todas	Se incorpora incentivo como puntaje adicional en la selección de proyectos que incorporen al menos 5% del presupuesto de materiales con contenido reciclado certificado por DAP.	Mediano plazo	Sinergia con LN y replicar en todas las Direcciones
Operación	Optimización en el uso de recursos	Dirección de Vialidad	Mantenimiento y explotación de infraestructura vial	Establecer en el Manual de Carreteras un protocolo que permita reducir la cantidad de material que se retire en los diferentes procesos de conservación y mantenimiento.	Mediano plazo	Sinergia con DGOP y réplica en todas las Direcciones
Construcción	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) pre-consumo	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Definir porcentaje de proyectos con procesos de excavación, que reutilizan material en el mismo sitio.	Mediano plazo	Sinergia con DGC y DAP

Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Recuperación de Valor

Tabla 23 Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Recuperación de Valor

Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad	Sinergia
Estudio Preliminar / Anteproyecto	Reciclaje de recursos	Dirección de Vialidad	Infraestructura urbana	Solicitar que al menos el 10% de los áridos utilizados en los pavimentos de hormigón o asfalto y un 30% de áridos para base y subbase sean reciclados o artificiales.	Corto plazo	Sinergia con LN y replicar en todas las Direcciones
Idea / Perfil	Reutilización de edificación o infraestructura	Dirección General de Concesiones	Infra. Hospitalaria Infra. Penitenciaría Infra. Aeroportuaria Edificación Pública	Solicitar en Presentación de Idea que para los proyectos de intervención de infraestructura existente se deberá considerar una auditoria de pre-demolición para determinar la superficie que pueda ser reutilizada, a ser rehabilitada, elementos y componentes constructivos a ser reusados, piezas constructivas a ser enviadas a preparación para reutilización, materiales enviados a reciclaje y otras formas de valorización, además de hacer una adecuada gestión de los residuos restantes.	Corto plazo	Sinergia con DGOP y replicar en todas las Direcciones
Estudio definitivo / Diseño	Extensión de vida útil del proyecto	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Solicitar, a través de los criterios de diseño y especificaciones técnicas, un porcentaje de los materiales estructurales cumplan con respaldo técnico que defina la vida útil y una guía de mantenimiento para que se pueda gestionar su extensión en el tiempo en base a lo establecido por la Ley General de Urbanismo y Construcción.	Corto plazo	Sinergia con LN y replicar en todas las Direcciones
Estudio Preliminar / Anteproyecto	Renovación de edificación o infraestructura	Dirección de Vialidad	Mantenimiento y explotación de infraestructura vial	Incorporar dentro de la etapa de estudio preliminar la evaluación del impacto económico, ambiental y social de valorizar los materiales en las etapas de mantenimiento y explotación de infraestructura vial.	Corto plazo	Sinergia con DGOP y replicar en todas las Direcciones
Operación	Valorización de recursos	DGOP	Todos	Implementar a través de una Plataforma de banco de materiales regionales entre Direcciones MOP, el reporte mensual de valorización y estado actual de los RCD y componentes en desuso para identificar oportunidades de reutilización o transferencia en los procesos de renovación de los proyectos MOP.	Largo plazo	Sinergia con DGOP y replicar en todas las Direcciones

Fin de vida	Extensión de vida útil del proyecto	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública Obras de patrimonio arquitectónico y urbano	Entregar una guía para desarrollar e implementar un “Plan de Operación y Mantenimiento” anual de los materiales de terminación e instalaciones, en las obras de conservación y reposición, para garantizar su extensión de vida útil.	Mediano plazo	Sinergia con DGOP y replicar en todas las Direcciones
Estudio definitivo / Diseño	Reusar componentes del proyecto	Dirección de Aeropuertos	Infraestructura de Pequeños aeródromos	Incorporar en licitaciones de diseño y construcción de pequeños aeródromos el requerimiento que un porcentaje mínimo de la estructura pueda ser desmontable.	Mediano Plazo	Sinergia con DGC
Estudio definitivo / Diseño	Reutilización de edificación o infraestructura	Dirección General de Concesiones	Infraestructura Aeroportuaria	Indicar en Bases técnicas de licitación para obras que consideren demolición o desmontaje, que se debe considerar una Auditoría de Pre-demolición y definir el porcentaje de materiales y elementos a reutilizar en el mismo proyecto u en otro.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Construcción	Extensión de vida útil del proyecto	Dirección de Aeropuertos	Todas	Desarrollar un protocolo para el reporte de operación y mantenimiento de maquinarias y equipos utilizados en las obras MOP para garantizar su correcto funcionamiento.	Corto plazo	Sinergia con DA y DGC
Planificación Estratégica	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) post consumo	DGOP	Todas	Desarrollar un Índice o factor de aprovechamiento de materiales derivados de obras de demolición, por tipologías de proyectos.	Largo Plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Operación	Valorización de recursos (agua o energía)	Dirección General de Concesiones	Edificación Pública	Solicitar en bases de licitación de edificación pública la incorporación de sistema de climatización polivalentes.	Corto Plazo	Sinergia con DAP
Operación	Valorización de recursos (agua o energía)	Dirección de Arquitectura	Edificación Pública	Definir porcentaje de los proyectos de Edificación Pública que deberán cumplir con el requerimiento voluntario INN.24 Innovación de la CES, incluyendo estrategias de aprovechamiento de aguas lluvias y aguas grises, según lo establecido por el Apéndice 17 y el Apéndice 20 del Manual CES v1.1.	Mediano Plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Construcción	Valorización de recursos (materiales o partes de un proyecto) post consumo	Dirección de Obras Hidráulicas	Obras Fluviales	Considerar la “reutilización” de los materiales y componentes en las obras fluviales que se ejecutan en las riberas de los ríos, esto en cumplimientos con las exigencias de calidad.	Mediano Plazo	Sinergia con todas las Direcciones

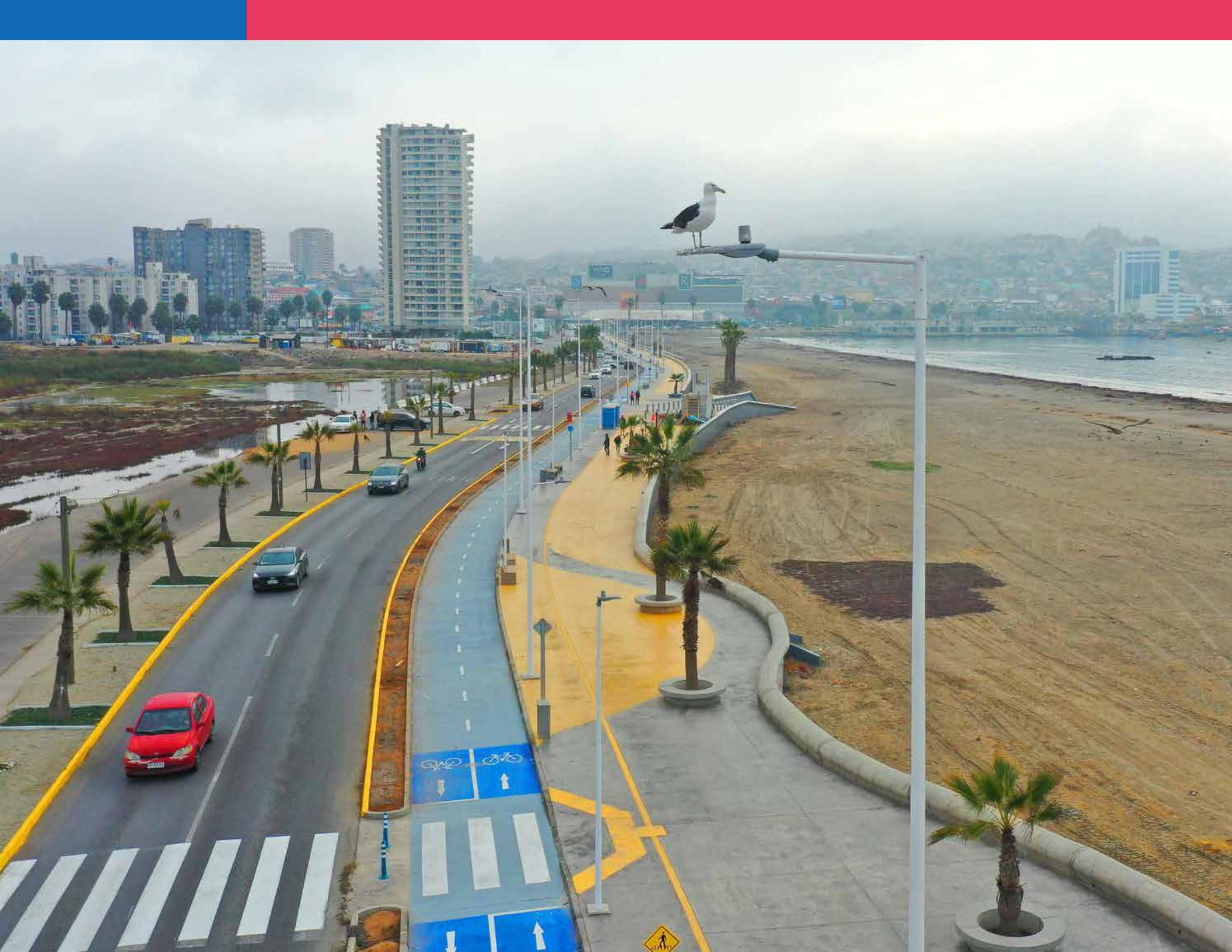
Estudio Preliminar / Anteproyecto	Valoración de recursos (materiales o partes de un proyecto) pre-consumo	Dirección de Obras Hidráulicas	Control Aluvional y de Manejo de Cauces	Exigir uso de porcentaje de áridos artificial o reciclado en los pretilles fluviales de las defensas en los ríos y esteros.	Corto Plazo	Sinergia con todas las Direcciones
-----------------------------------	---	--------------------------------	---	---	-------------	------------------------------------

Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Soporte Circular

Tabla 24 Sinergias de medidas asociadas a Modelos de Soporte Circular

Etapa del ciclo de vida	Criterio o Condición habilitante	Dirección	Tipología proyecto	Medida específica	Temporalidad	Sinergia
Conservación / Fin de vida	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	DGC, DOH, DAP y DA	Todas	Reportar, a través de la plataforma Banco de Materiales MOP los materiales estructurales u otros elementos que puedan ser reutilizados y su calidad en todos los proyectos de conservación y/o fin de vida, provenientes de una auditoría externa de conservación.	Mediano plazo	Sinergia con DGOP
Idea / Perfil	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	DGOP	Edificación Pública	Establecer objetivos de monitoreo de consumo de energía, construcción de líneas base y metas de reducción anual asociados a la operación de activos MOP.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Estudio Preliminar / Anteproyecto	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Todas	Todas	Incorporar en licitaciones de diseño y construcción de infraestructura y edificaciones el cálculo de emisiones de GEI del proyecto bajo norma EN 15978 considerando, al menos los módulos A1 a A5 y C1-C4	Corto plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Estudio definitivo / Diseño	Selección de materiales de menor impacto ambiental	Dirección General de Concesiones	Infraestructura Edificación Pública	Identificar los factores de caracterización de impactos ambientales para todas las categorías de impacto ambiental exigidas en la EN 15804 para el hormigón y el acero estructural.	mediano plazo	Sinergia con DGOP y replicar en todas las Direcciones
Operación	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	Dirección General de Concesiones	Infraestructura Edificación Pública	Exigir en los términos de referencia y bases de licitación la incorporación de medidores inteligentes de consumo eléctrico e hídrico y un sistema de monitoreo y reporte de estos consumos. El sistema debe, como mínimo, reportar mensualmente a la división de infraestructura sustentable de la DGOP,	mediano plazo	Sinergia con DGOP y replicar en todas las Direcciones

Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	DGOP	Todos	Desarrollo de Plataforma web de Banco de Materiales, donde todas las obras publiquen mensualmente y por región los materiales y componentes que no se utilicen para identificar oportunidades de uso tanto en proyectos MOP como derivaciones para otros servicios público. Esto deberá estar coordinado con centros de almacenamiento y transferencia regionales.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	DGOP	Todos	Desarrollo de Plataforma interna MOP donde todas las Direcciones, Seremis y Nivel Nacional publiquen información sobre los activos y terrenos que cuente el MOP en cada región para identificar oportunidades de uso.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	DGOP	Todas	Incorporar en el informe ambiental de obras, la solicitud de un inventario de energía y agua utilizada por partida para las diferentes tipologías de proyectos MOP.	Corto plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	DGOP	Todas	Desarrollar una plataforma de gestión de datos de los reportes de RCD mensuales de todos los proyectos MOP que permita construir líneas base de generación de RCD, definir metas, realizar gestión y trazabilidad de los recursos.	Mediano plazo	Sinergia con todas las Direcciones
Planificación Estratégica	Gestión y monitoreo de información de uso de recursos	DGOP	Todas	Realizar estudio que permita cuantificar el impacto en reducción de emisiones en etapa de construcción de las diferentes tipologías de proyectos MOP que incorporen criterios de circularidad.	Largo Plazo	Sinergia con DGOP





Ministerio de
Obras
Públicas
Gobierno de Chile