



EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES





CDT
Somos CChC

**COMPROMISO
PRO**

cchc
CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

Autores: Héctor Acuña, Pablo Eston, Pilar Pantaleón, Camilo Torres, Gerencia de Estudios y políticas públicas y Gerencia de Asuntos regulatorios de la Cámara Chilena de la Construcción.

Colaboran: Francisca Díaz y Katherine Martínez, Sostenibilidad Ambiental CDT.

Este estudio fue realizado por encargo del grupo de cambio climático de la Comisión de Medio Ambiente CChC. Agradecemos los comentarios y aportes de María Nieves Hinojosa, Francisco Valdés, Jorge Miranda y Gabriel Vildosola; y los comentarios de Marisol Cortéz, Carmen Paz Cruz, Carlos Bascou y los miembros de la Comisión de Medio Ambiente en las instancias de presentación.

Diseño Gráfico: Paola Femenías



RESUMEN

El presente informe aborda el cambio climático como un desafío global significativo, destacando el compromiso de Chile con acciones climáticas efectivas. Y el sector de la construcción, consciente de su papel en este contexto, expresa su intención de contribuir a la mitigación y adaptación frente al cambio climático.

Este documento viene a complementar el informe de 2019, que analizó medidas de adaptación, planes para la escasez hídrica y estrategias de mitigación, como la eficiencia energética y la planificación urbana.



Así, en esta versión se enfatiza que la industria de la construcción enfrenta nuevos desafíos y oportunidades que pueden mejorar su competitividad en un mercado enfocado en la reducción de emisiones de carbono. Asimismo, se destaca la importancia de fomentar innovaciones tecnológicas y financieras para facilitar la transición hacia la sostenibilidad en el sector.



ÍNDICE

Introducción	8
Capítulo 1: Chile en el contexto internacional	13
Contexto Internacional	14
Chile y su incidencia en el cambio climático	16
Vulnerabilidad de Chile ante el Cambio Climático	18
Contexto normativo	21
Actualización de metas y NDC adoptadas por Chile en los últimos compromisos climáticos	25
Breve revisión de avances en adaptación	37
Actualización planes sectoriales de adaptación y mitigación	44
Capítulo 2: Actualización estimación huella de carbono del sector construcción	48
Emisiones del sector a nivel global	51
Emisiones a nivel nacional	54





Capítulo 3: Medidas de mitigación asociadas al carbono incorporado y operacional del sector	64
Uso sostenible de materiales e insumos de la construcción	65
Certificaciones de construcción sostenible	84
El caso de negocios para la construcción sostenible	98
Capítulo 4: Aspectos de financiamiento asociados a la descarbonización del sector construcción	106
Financiamiento verde para la construcción en el mundo	108
Estado del arte en Chile	123
Capítulo 5: Consideraciones finales, compromisos y recomendaciones	130
Referencias	136





1. INTRODUCCIÓN



Cambio climático

El cambio climático se ha convertido en uno de los mayores desafíos que ha debido enfrentar la humanidad y, desde ya algunos años, Chile se ha planteado en el concierto internacional como un país que busca apoyar una decidida acción climática, estando convencido de que se deben proveer señales fuertes y sistemáticas en pos de los acuerdos climáticos que sean necesarios de lograr para hacer frente de manera coordinada al desafío climático.

El sector de la construcción no ha querido quedar al margen de esta ambiciosa pero necesaria meta, y ha querido materializar, a través de este informe, una expresión formal de su interés en aportar en los ejes de mitigación y adaptación ante el desafío climático global.



INTRODUCCIÓN

El presente informe viene a complementar el informe publicado en 2019, esfuerzo gremial como parte de un esfuerzo del sector privado de generar diagnósticos y compromisos en el contexto de la realización de la COP25, en el que se analizaron los principales aspectos relacionados con las medidas de adaptación, acorde con los antecedentes del diagnóstico nacional; se profundizó en los planes gubernamentales para enfrentar la escasez hídrica y en las necesidades de inversión y, en el caso del eje de mitigación, se profundizó en la eficiencia energética, la planificación de ciudades y el ciclo de vida de los insumos de la construcción.



Así, el presente informe busca relevar que la industria de la construcción enfrenta nuevos desafíos y oportunidades para fortalecer su competitividad en un mercado orientado a la reducción de las emisiones de carbono. Lo anterior, debido a la alta incidencia del sector energético en el ciclo de vida completo de la industria, sector que es el de mayor contribución de emisiones a nivel global. Y que, en ese sentido, se hace crucial impulsar la búsqueda y el uso de innovaciones y nuevas soluciones, tecnológicas y financieras, que se puedan traducir en nuevas oportunidades en la transición hacia la sostenibilidad.



INTRODUCCIÓN

A su vez, este esfuerzo es coherente con la anticipación a futuros nuevos marcos normativos y requerimientos legales que están en un horizonte cercano, así como también con la reducción del riesgo de pérdida de competitividad de nuestra industria.

Algunos ejemplos de este segundo punto son:



1. Los estándares y exigencias más altos que estamos viendo en las principales industrias mandantes de la construcción como la minería y energía



2. Que instituciones internacionales como IFC, están asesorando técnicamente a los distritos (municipalidades) de Perú, en el diseño de incentivos en constructibilidad para proyectos sostenibles (altura, densidad, etc).

Esto se suma a los incentivos ya existentes en algunas ciudades de Colombia (por ejemplo, exención de IVA), lo que podría impactar directamente en la competitividad de estas ciudades a la hora de atraer inversión inmobiliaria verde, y la oferta de financiamiento verde disponible para países emergentes, y por consecuencia, nos podría significar ir quedando atrás en la región.

En tercer lugar, es coherente también con otros anhelos y desafíos de la industria, como son la digitalización y el uso de tecnología BIM, relevar la importancia del Diseño y la Integración Temprana, una mejor gestión de los residuos y al aumento de la productividad del sector, así como también el acceso a nuevas fuentes e instrumentos de financiamiento.



INTRODUCCIÓN

¿Por qué abordar este desafío?

Confirmar el compromiso del Sector ante el Cambio Climático

Nuevas oportunidades de Negocio en la Construcción Sostenible

Reducción del riesgo de pérdida de competitividad de nuestra industria

Anticipación a nuevos marcos normativos y requerimientos legales

Consistente con anhelos y desafíos de la industria

Fundamenta 45 (2019): Énfasis en Adaptación

Actualización (2025): Mitigación y Oportunidades en la Construcción Sostenible

Acceso a nuevas fuentes e instrumentos de financiamiento

Digitalización y uso de tecnología BIM

Relevar la importancia del Diseño y la Integración Temprana

Aumento de la productividad del sector

Mayor y mejor gestión de los residuos





CAPÍTULO 1: CHILE EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL



CONTEXTO INTERNACIONAL

A partir del primer informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) publicado en 1990, se emprende la acción internacional de tratar formalmente el cambio climático.



Este informe, y su actualización en 1992, concluyen que las actividades humanas están aumentando significativamente las concentraciones de gases de efecto invernadero, como el CO₂, metano y óxido nítrico. En esa oportunidad, estimaron que una duplicación del CO₂ podría elevar la temperatura media global entre 1,5° y 4,5°C.

CAPITULO 1: CHILE EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL



Cuando se firma el Acuerdo de París en 2015, 25 años después, las Partes acordaron mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C respecto de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C respecto de los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático¹.



El Sexto Reporte del IPCC de 2023 concluyó que las actividades humanas, principalmente a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, han causado inequívocamente el calentamiento global, con una temperatura superficial global que alcanzó 1,1°C en 2011–2020, sobre el promedio del periodo 1850–1900. De esta manera, las emisiones globales de gases de efecto invernadero han seguido aumentando, con contribuciones históricas y actuales desiguales derivadas del uso de energía no sostenible, el uso de la tierra y el cambio de uso de la tierra, estilos de vida y patrones de consumo y producción en todas las regiones, entre países y dentro de ellos, y entre individuos².

1. Artículo 2, Acuerdo de París

2. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023



CHILE Y SU INCIDENCIA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

Bajo este contexto y según el Inventario de Emisiones de Chile, entre 1990 y 2020 las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) totales del país (excluyendo UTCUTS³) fueron de 105.552 kt CO₂ equivalente para 2020, incrementándose en 116% desde 1990 y disminuyendo en 4% desde 2018.

En 2020 se evidencia una disminución de las emisiones, así como un quiebre en la tendencia. Las causas están asociadas, principalmente, a fuentes cuyas actividades se vieron afectadas por la pandemia, como el transporte.

Por su parte, el sector que más aporta en emisiones de GEI es energía, que representa un 76% de las emisiones totales en 2020, mayoritariamente por emisiones producto de la quema de carbón mineral y gas natural para la generación eléctrica; y de diésel y gasolina para el transporte terrestre.

Emisiones de gases de efecto invernadero



1990 y 2020 fueron de
105.552 kt CO₂



1990 se incrementa
en 116%



2018 disminuye
en 4%

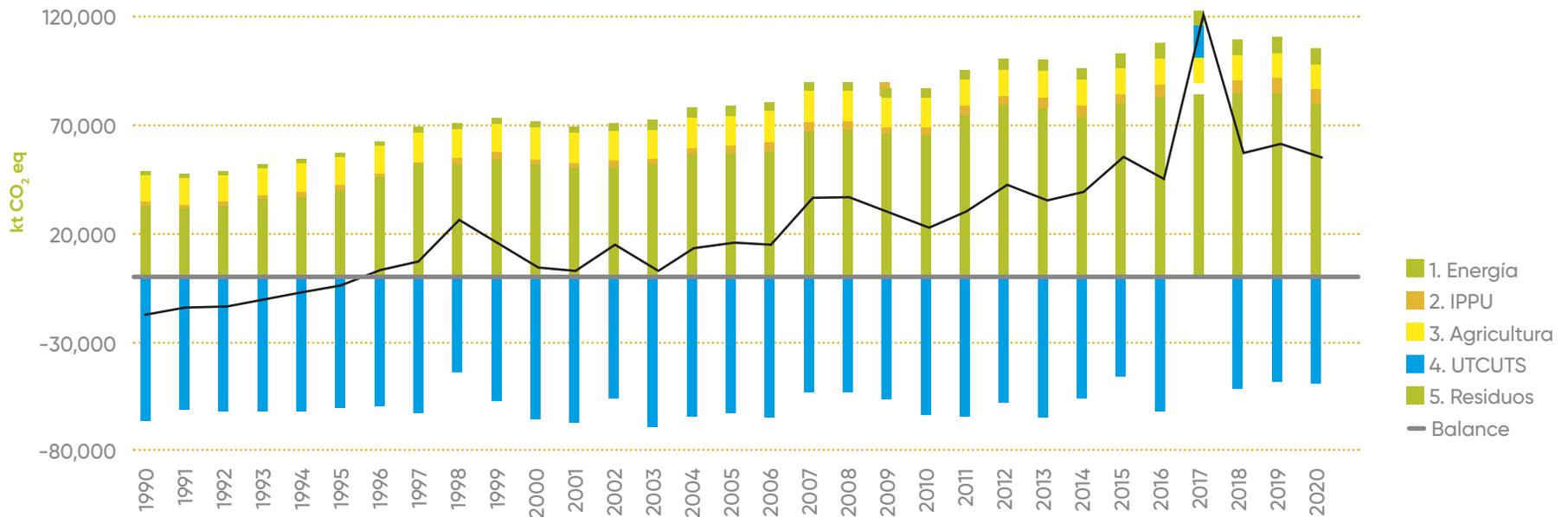


3. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.



Dentro del sector energía, el subsector de industrias manufactureras y de la construcción, representa el 19,5% de las emisiones totales de dicho sector en 2020⁴.

INGEI de Chile: Balance de GEI (kt CO₂ eq) por sector (1990–2020)



Fuente
Estrategia Climática de Largo Plazo.

4. Ministerio del Medio Ambiente. Informe del Inventario Nacional de Chile 2022: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990–2020.



VULNERABILIDAD DE CHILE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático considera a Chile como un país altamente vulnerable ante el cambio climático, por cuanto presenta características geográficas y climáticas que se ajustan a 7 de las 9 que establece dicha convención, y que corresponden a la vulnerabilidad de las áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosques, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica, y la susceptibilidad del país frente a desastres naturales (como tsunamis, terremotos e incendios). A esto se agrega la dependencia que tienen las principales actividades socioeconómicas al clima, principalmente de la disponibilidad hídrica^{5,6}.

Los impactos observados y proyectados sobre el cambio climático en nuestro país evidencian aumentos de temperaturas y una disminución en las tendencias de las precipitaciones entre 2031 y 2050. Es más, al menos 25% de la sequía que ha experimentado el país desde 2009 se relaciona con la acción antropogénica⁷. Adicionalmente, la ocurrencia e intensidad de eventos extremos como inundaciones contempla un riesgo que, a juicio del Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (ArClim), se concentraría en comunas de la Región Metropolitana y de O'Higgins, disminuyendo hacia el norte del país, con excepción del caso de Iquique, que se presenta con un riesgo alto. En el sur, se observa un escenario heterogéneo, destacando comunas interiores como Temuco y Padre las Casas por su alto riesgo, así como también la comuna de Punta Arenas en la Región de Magallanes⁸.

5. Cambio Global, Centro UC. Disponible en: Impactos y Adaptación al cambio climático en Chile

6. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 1992

7. Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) de Chile. Disponible en: Actualización NDC 2020

8. Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLIM), MMA.



Otros fenómenos climáticos como los aluviones, incendios forestales y marejadas también podrían ser atribuidos al cambio climático. En particular, la disminución de las precipitaciones y el aumento de sequías, la disminución de nieve en la cordillera y el derretimiento glacial acelerado. En esta línea, según estimaciones realizadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en 2023⁹, en Chile las sequías e inundaciones han sido identificadas como los fenómenos meteorológicos de mayor impacto, que han generado pérdidas por más de US\$ 4.000 millones y US\$ 5.000 millones, respectivamente, en el período 1926–2019 y han afectado a más de 7 millones de personas. Es más, se estima que los costos de la inacción frente al cambio climático al año 2050 alcanzarían los US\$ 4.120 millones (cerca de 1,46% del PIB).

En Chile las sequías e inundaciones han sido identificadas como los fenómenos meteorológicos de mayor impacto



**Pérdidas por más de US\$
5.000 millones**



**Han afectado a más de 7
millones de personas**



**Los costos de la inacción
cambio climático al año
2050 alcanzarían los US\$
4.120 millones**

9. "Costos asociados a la inacción frente al cambio climático en Chile". CEPAL (2023)



Migraciones climáticas Un fenómeno complejo y heterogéneo

Las migraciones climáticas comprenden el traslado de una persona o grupos de personas que, predominantemente por cambios repentinos o progresivos en el entorno debido a los efectos del cambio climático, están obligadas a abandonar su lugar de residencia habitual, u optan por hacerlo, ya sea de forma temporal o permanente, dentro de un Estado o cruzando una frontera internacional.

Son un fenómeno complejo y heterogéneo, que abarca situaciones tan diferentes como las de las comunidades que, ante una fuerte sequía, ven sus cultivos peligrar y envían a un miembro de la familia a trabajar a un pueblo cercano para aumentar sus ingresos económicos, como las de los habitantes de los pequeños estados insulares de escasa elevación, que presencian el avance del mar en sus territorios y sus consecuencias¹⁰.

Migración climática en Chile El caso del éxodo hídrico en Petorca¹¹

Respecto del estrés hídrico que afecta actualmente a Chile, uno de los casos más graves corresponde al de la provincia de Petorca, ubicada en la región de Valparaíso y cuya principal actividad productiva es la agricultura. Dada la priorización del uso del agua de la zona para las actividades agrícolas, al 2020, 6.827 personas recibían el agua potable mediante camiones aljibes, con la precarización que eso significa, asociada al racionamiento del agua.

Asimismo, el desarrollo de las comunas de la provincia de Petorca también se ha visto afectado, lo que ha incitado el comienzo de procesos migratorios desde la región. Estos procesos tienen un origen ambiental, al menos parcialmente, dada su relación directa con el cambio climático, por la forma en que éste ha afectado la disponibilidad de agua en las cuencas hidrográficas de los ríos Petorca y La Ligua, que sustentan a la provincia. El principal grupo desplazado desde la provincia son los hombres, quienes se van desde sus localidades de origen por la falta de oportunidades laborales, así como por la incapacidad de producir para quienes se dedicaban a la pequeña agricultura o ganadería.

Entendiendo que el proceso de migración se enmarca en un contexto de intercausalidad y multifactorialidad, es posible afirmar que existe migración climática desde la provincia de Petorca, y que los principales factores que potencian este fenómeno son, en concreto, la escasez de agua y la sequía. A su vez, la falta de oportunidades de trabajo y la migración campo-ciudad, que también inducen a la generación de este fenómeno, están relacionadas indirectamente con el cambio climático.

10. Para mayor detalle, ver Pérez (2018). 

11. Fuente: Migración climática en Chile: Éxodo hídrico en Petorca.



CONTEXTO NORMATIVO

Antecedentes

En 1979 la Organización Meteorológica Mundial (OMM), organismo de la Organización de Naciones Unidas (ONU) realizó la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, en la que se reconoció el cambio climático como un problema urgente de atender.

En 1988 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para poder aportar desde una mirada científica los efectos que genera el cambio climático. En 1990 entregó su primer informe, sentando las bases para el desarrollo de acuerdos internacionales posteriores.

En 1992 se desarrolló la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro, la que tuvo como resultado la generación de tres convenciones:

- » Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
- » Convención de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica.
- » Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.

El objetivo de la CMNUCC era lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible¹².



12. Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, artículo 2.



Este tipo de convenciones generan las Conferencias de las Partes (COP), siendo, en el caso de la CMNUCC, las más relevantes la COP3, en que se acordó el Protocolo de Kioto en 1997. En éste se establecieron compromisos vinculantes para los países desarrollados que más emisiones emiten, quienes contribuyen un 30%. En las sucesivas COP, se vio la necesidad de incorporar el restante grupo de países, lo que derivó en el denominado Acuerdo de París, celebrado en la COP21 en el año 2015.

El Acuerdo de París busca mejorar la aplicación de los objetivos trazados en la CMNUCC y sus posteriores acuerdos, estableciendo los siguientes nuevos compromisos:

- » Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C respecto de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C respecto de los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.
- » Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de modo que no comprometa la producción de alimentos.
- » Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero¹³.

13. Acuerdo de París, artículo 2.



Para efectos de mantener la temperatura señalada, se indica en el Acuerdo de París que todas las partes desarrollen contribuciones determinadas a nivel nacional, conocidas como NDC, las cuales deben ser progresivas en el tiempo, tomando en consideración las responsabilidades comunes pero diferenciadas, y sus capacidades respectivas.

Las NDC deben ser comunicadas cada cinco años en la correspondiente COP, sin perjuicio de que pueden ser ajustadas en cualquier momento. Sumado a ello, el Acuerdo de París señala que las partes deben generar estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero¹⁴. El Acuerdo de París también exige que las partes adopten medidas para la adaptación y mitigación del cambio climático.

Con el fin de dar respuesta a los compromisos adquiridos por Chile, que suscribió en el Acuerdo de París, es que se generó la ley marco de cambio climático que se revisa a continuación brevemente.

Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) – Ley 21.455 (2022)

La Ley Marco de Cambio Climático N°21.455 (LMCC), publicada el 13 de junio de 2022, es aquella que establece los lineamientos para que el Estado haga ejercicio de su potestad reglamentaria e implemente las políticas públicas y programas que requiere el país, considerando los acuerdos internacionales a los que Chile ha suscrito a lo largo de los años. Se reconoce que los cambios que estamos experimentando en materia climática son causa de un aumento sostenido y acumulado de emisiones de carbono, y que ha derivado en un aumento de la temperatura de manera global, lo que ha generado el fenómeno denominado cambio climático.

14. Acuerdo de París, artículo 4 N°19.

CAPITULO 1: CHILE EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL



Para alcanzar los compromisos internacionales que se ha propuesto el país, esta ley establece una meta de mitigación en que, al año 2050, se deberá alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto se define en la propia ley como estado de equilibrio entre las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero antropógenas, en un periodo específico, considerando que las emisiones son iguales o menores a las absorciones.



Para dar cumplimiento a la meta señalada, la ley indica que ello se llevará a cabo a través de instrumentos de gestión a nivel nacional y local; siendo la rectora de todas ellos la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y la Estrategia Climática de Largo Plazo.



ACTUALIZACIÓN DE METAS Y NDC ADOPTADAS POR CHILE EN LOS ÚLTIMOS COMPROMISOS CLIMÁTICOS

En virtud de los compromisos adquiridos por Chile ante la Convención Marco Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), que van en línea a compromisos para disminuir los GEI que emite, y según lo señalado por la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés), es el instrumento que contiene los compromisos de Chile ante la comunidad internacional para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero e implementar medidas de adaptación, de conformidad con lo dispuesto por el Acuerdo de París y la Convención¹⁵. Por ello, es el principal instrumento que guía la acción climática en la búsqueda por detener el aumento de la temperatura promedio global, de aumentar la resiliencia del planeta, y de movilizar inversiones públicas y privadas en la senda de un desarrollo sostenible. Esto considera variables ambientales, sociales y económicas de manera equilibrada¹⁶.

En 2015 se presentó la primera NDC, un esfuerzo inicial en el desarrollo de políticas y de nuevos instrumentos de gestión que permitiesen avanzar en la acción climática sostenible. Luego, en 2019, Chile tuvo el desafío de liderar y organizar la COP25¹⁷, impulsando el aumento de ambición de los países, expresado a través de mayores metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que permitan detener el aumento de temperatura del planeta por debajo de los 2°C.

15. Artículo 7 Ley Marco de Cambio Climático.

16. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile". Actualización 2020, Ministerio del Medio Ambiente.

17. Para mayor detalle, revisar COP 25 Chile

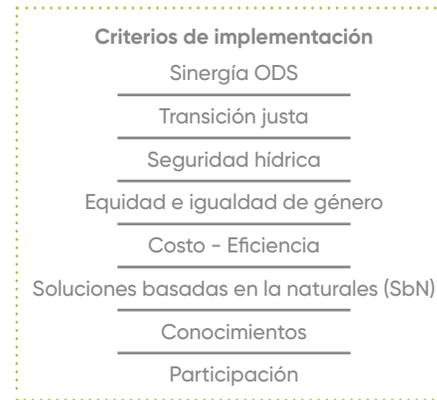


CAPITULO 1: CHILE EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL



Siguiendo el compromiso señalado, en 2020, Chile presentó la actualización de su NDC¹⁸, aumentando la ambición en todos sus componentes y poniendo foco especialmente en la transparencia, claridad y seguimiento de las metas fijadas. Se estableció como prioridad maximizar las sinergias entre los compromisos climáticos y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Dicha actualización se realizó en un proceso participativo, transversal y ampliado, recogiendo importantes observaciones y propuestas a través de la consulta pública. En particular, se incorpora el rol de los océanos, de la economía circular, de los bosques, de las turberas y de los ecosistemas como elementos que contribuyen de forma integral a enfrentar las causas e impactos del cambio climático. Ésta se basa en el pilar social de transición justa y desarrollo sostenible, que se detalla a continuación:



Fuente
Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) de Chile, MMA.

18. El Ministerio del Medio Ambiente lidera el proceso de actualización de NDC, que a partir de 2020 se realizará cada cinco años.



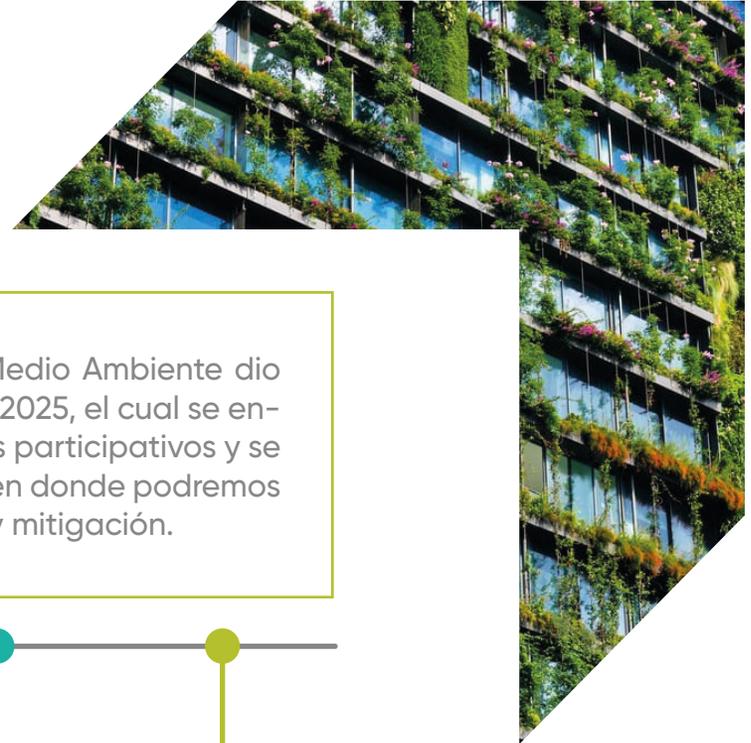
En mitigación, esta actualización considera un aumento de ambición en el compromiso nacional para alcanzar el objetivo del Acuerdo de París, en línea con la trayectoria hacia la carbono neutralidad en 2050 –coherente con lo promovido y resaltado durante la COP25. En adaptación, se incorpora el avance en el fortalecimiento, la resiliencia y la capacidad de adaptación del país, especialmente en seguridad hídrica y en la gestión de riesgos de desastres. Esto se estructura en políticas, estrategias y planes de cambio climático.

Respecto de la contribución en materias de adaptación, la NDC actualizada al 2020, señala que Chile contribuirá, reduciendo la vulnerabilidad, fortaleciendo la resiliencia y aumentando la capacidad de adaptación del país, especialmente, incrementando la seguridad hídrica y considerando soluciones basadas en la naturaleza. Para ello se fijan tres metas:

- a) Al 2021 se habrá elaborado una plataforma de mapa de riesgos climáticos para Chile continental, a nivel comunal.
- b) Al 2021 se realizará una estimación de costos de la inacción asociados al cambio climático, y al 2025, se realizará una estimación de costos por pérdidas y daños históricos en esta misma línea.
- c) Al 2025 se habrán realizado evaluaciones de riesgo al cambio climático para grupos vulnerables del país, con especial atención en pueblos originarios, pobreza y género.



CAPITULO 1: CHILE EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL



Con fecha 23 de julio de 2024 el Ministerio del Medio Ambiente dio inicio el proceso de actualización de la NDC para 2025, el cual se encuentra en su etapa de elaboración, con procesos participativos y se espera llegar prontamente a la consulta pública, en donde podremos conocer la propuesta en materia de adaptación y mitigación.



Fuente
Actualización NDC 2025 



Estrategia Climática de Largo Plazo

La Estrategia Climática de Largo Plazo es un instrumento en el que se definen los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a 30 años para el cumplimiento del objeto de la LMCC¹⁹. Además, la LMCC señala los medios a través de los que se implementará la Estrategia Climática de Largo Plazo, los cuales comprenden el desarrollo y transferencias de tecnología; la creación y fortalecimiento de capacidades y lineamientos financieros. Esto último, además, deriva en la obligación que fija la LMCC de establecer una Estrategia Financiera del Cambio Climático, la que actualmente se encuentra en proceso de actualización.

Sin perjuicio de ello, previo a la dictación de LMCC, para dar cumplimiento al artículo 4 del Acuerdo de París, en 2021 se presentó la Estrategia Climática de Largo Plazo, la que contiene la definición de un presupuesto nacional y sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a 2030 y 2050, niveles de absorción y almacenamiento de gases de efecto invernadero, metas sectoriales de mitigación y adaptación, directrices en evaluación de riesgos y pérdidas y daños asociados al cambio climático, mecanismo de integración entre las políticas nacionales, sectoriales y regionales, considerando las sinergias entre adaptación y mitigación; y criterios de monitoreo, reporte y verificación del cumplimiento de las metas y medidas de los demás instrumentos de gestión.

Con la publicación en 2022 de la Ley de Marco de Cambio Climático, se entrega un marco jurídico nacional a las obligaciones adquiridas por Chile en el Acuerdo de París, pasando a ser un instrumento de gestión de la Estrategia Climática de Largo Plazo.

En materia de construcción, se establecen varias metas en materia de gestión de residuos, sector edificación y ciudades, como así también en infraestructura. El componente de adaptación se encuentra en su proceso de actualización durante 2024, a cargo del Ministerio del Medio Ambiente.

19. Ley Marco de Cambio Climático, artículo 5.

CAPITULO 1: CHILE EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL



Vinculado a la Estrategia Climática Largo Plazo, se encuentra el desarrollo de los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación los cuales definen una serie de acciones y financiamiento para lograr las metas sectoriales comprometidas por cada una de las autoridades sectoriales. A esto se suman los instrumentos de gestión a nivel regional y local, tales como los Planes de Acción Regional de Cambio Climático y los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático respectivamente.

La LMCC también establece la obligación al Ministerio del Medio Ambiente (MMA) de elaborar normas que establezcan la cantidad máxima de un gas de efecto invernadero y/o un forzante climático de vida corta que podrá emitir un establecimiento, fuente emisora o agrupación de éstas, en función de un estándar de emisiones de referencia por tecnología, sector y/o actividad. Actualmente, está finalizando el proceso de elaboración de reglamento para la elaboración de estas normas.

Una de las formas que establece la LMCC para dar cumplimiento a la norma de emisión señalada que debe dictar el MMA, son los certificados de reducción o absorción de emisiones de gases de efecto invernadero.



Ley de Marco de Cambio Climático



Acuerdo de París



Gestión de la Estrategia Climática



Como el Acuerdo de París exige una reportabilidad empírica de la implementación de la NDC y de la Estrategia Climática de Largo Plazo, la LMCC establece que se debe crear y administrar por parte del MMA lo siguiente:



Sistema Nacional de Gases de Efecto Invernadero.



Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero.



Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero y Uso del Agua.



Plataforma de Adaptación Climática.



Repositorio Científico de Cambio Climático.



Por último, destacamos la creación de los instrumentos económicos para la gestión del cambio climático, que son aquellos mecanismos de carácter fiscal, financiero o de mercado que permiten internalizar los costos ambientales, sociales y económicos asociados a la emisión de gases de efecto invernadero o forzantes climáticos de vida corta. Así también, los beneficios de la reducción de dichas emisiones, o la disminución de riesgos que contribuyan a la adaptación al cambio climático.

CAPITULO 1: CHILE EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

A continuación, se presentan objetivos y metas sectoriales de largo plazo establecidas en la "Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile: Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050" y su contribución a los ODS:

Sector edificación y ciudades

ODS

Objetivo 1: Reducir las emisiones de GEI y contaminantes locales en las ciudades y a lo largo del ciclo de vida de la construcción y gestión de ciudades.

Meta 1.1: Al 2025, contar con información y definición de línea base nacional de carbono incorporado y carbono operacional de edificaciones residenciales nuevas y existentes.

Meta 1.2: Al 2025, el 100% de las edificaciones nuevas que cuenten con certificación y calificación de sustentabilidad o eficiencia energética deberán reportar públicamente su huella de carbono operacional.

Meta 1.3: Al 2030, el 100% de las edificaciones nuevas residenciales deberán reportar públicamente su huella de carbono (carbono incorporado y carbono operacional).

Meta 1.4: Al 2030, las edificaciones nuevas residenciales deberán reducir al menos un 10% su huella operacional con respecto a la línea definida del año 2025.

Meta 1.5: Al 2050, todos los nuevos edificios residenciales y no residenciales deberán alcanzar emisiones netas cero.

Meta 1.6: Al 2050, lograr una reducción de 50% en emisiones de GEI de la edificación residencial nueva con respecto a la línea base 20'20.



Fuente

Estrategia Climática de Largo Plazo, página 135

Sector edificación y ciudades

ODS

Objetivo 2: Lograr edificaciones nuevas eficientes y reacondicionar las edificaciones existentes para aumentar su eficiencia energética.

Meta 2.1: Al 2025, contar con la cuarta versión de Reglamentación Térmica en desarrollo con enfoque "energía neta cero".

Meta 2.2: Al 2025, contar con definición de líneas base de consumo de energía del sector residencial en su ciclo completo y definición de metas.

Meta 2.3: Al 2025, todos los nuevos edificios residenciales deberán contemplar las canalizaciones correspondientes para permitir la posterior instalación de puntos de carga para vehículos eléctricos.

Meta 2.4: Al 2030, la Cuarta versión de Reglamentación Térmica que tiende al estándar net zero energía está implementada.

Meta 2.5: Al 2030, se acondicionan al menos 36.000 viviendas anualmente.

Meta 2.6: Al 2050, el 100% de edificaciones nuevas residenciales y no residenciales, son "energía neta cero".

Meta 2.7: Al 2050, se acondicionan al menos 50.000 viviendas anualmente.





Impuestos Verdes

Otra forma a través de la cual Chile ha implementado los acuerdos alcanzados, incluso antes del Acuerdo de París, son los impuestos verdes. Éstos tienen como objetivo que, mediante una carga económica, los sujetos contaminantes internalicen este costo que generan a la sociedad, de manera de desincentivar su conducta contaminante y, finalmente, disminuyan la emisión. Estos tributos se han entendido como instrumentos de gestión ambiental formales, tal como son las normas de emisión y calidad, y los planes de descontaminación.

Estos impuestos se incorporan al catálogo de impuestos de Chile, con la reforma tributaria del año 2014 contenida en la Ley 20.780, y se puso en funcionamiento el año 2017, cuya última modificación fue en 2020, mediante la ley 21.210²⁰.

Dentro de este tipo de impuestos se distinguen aquellos que gravan las emisiones de fuentes fijas y los referidos a las fuentes móviles. En cuanto a las fuentes fijas, podemos señalar que grava las emisiones al aire de material particulado (MP), óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de carbono (CO₂), producidas por establecimientos cuyas fuentes emisoras, individualmente o en su conjunto, emitan 100 o más toneladas anuales de material particulado (MP), o 25.000 o más toneladas anuales de dióxido de carbono (CO₂). Se excluye la aplicación del impuesto a las emisiones asociadas a calderas de agua caliente utilizadas en servicios vinculados exclusivamente al personal y de grupos electrógenos de potencia menor a 500 kWt.

En relación a las emisiones de CO₂, este no se aplicará para fuentes emisoras que operen en base a medios de generación renovable no convencional cuya fuente de energía primaria sea la energía biomasa. Respecto de las fuentes móviles, se grava la primera venta de vehículos livianos.

20. Mayor detalle en Anexo 1.1.



Mediante el Decreto 63/2022 el MMA estableció el reglamento que fija las obligaciones y procedimientos relativos a la identificación de los contribuyentes afectos, y que establece los procedimientos administrativos necesarios para la aplicación del impuesto, en donde se indica en su artículo 2, letra f) que se entiende por tal: *"persona natural o jurídica, titular de establecimientos cuyas fuentes emisoras, individualmente o en su conjunto, emitan 100 o más toneladas anuales de MP, o 25.000 o más toneladas anuales de CO₂"*.

Además, se establece en este reglamento que se entiende por compensación de emisiones, señalando que éstas corresponden al *"acto por el cual se descuentan de las emisiones gravadas con el impuesto establecido en el artículo 8 de la ley, aquellas reducciones de emisiones que constan en un certificado de reducción de emisiones, emitido por el MMA, de conformidad con el reglamento respectivo"*.

Los titulares de las fuentes emisoras serán responsables de que dichas fuentes se encuentren registradas en el Registro de Fuentes y Procesos (RFP) desde que estuvieren instaladas, en el Registro de Emisiones y Transferencias (RETC), que administra el MMA. Para ello, deberán presentar una serie de antecedentes, con el resguardo de que la información allí contenida sea reservada respecto de terceros en aquellas cuestiones que se refieran a datos sensibles como fórmulas, estrategias o secretos comerciales, o cualquier otro elemento cuya revelación pueda afectar significativamente el desenvolvimiento competitivo de su titular. Esto, a menos que el titular de la fuente o establecimiento autorice la entrega a terceros, o la difusión o publicación de dicha información. Asimismo, los titulares de los establecimientos estarán obligados a reportar el monitoreo de sus emisiones a los mismos registros.



Los contribuyentes afectos al impuesto pueden compensar en todo o parte sus emisiones gravadas mediante certificados de reducción de emisiones, que se emiten como consecuencia de la implementación de proyectos de reducción de emisiones. Esta compensación influye en el monto del impuesto a pagar. Más detalles se encuentran regulados en el Decreto 4/2023 del MMA, que fija el reglamento que establece los requisitos, obligaciones, procedimientos y registros relativos a proyectos de reducción de emisiones, y los certificados para compensar emisiones gravadas de los contaminantes.

Ley de Eficiencia Energética – Ley 21.305 (2021)

Otra norma que contribuye para que Chile pueda dar cumplimiento a los acuerdos internacionales en materia de cambio climático es la Ley de Eficiencia Energética N° 21.305 publicada el 13 de febrero de 2021, en la que, a través del uso eficiente de la energía, se pueden reducir considerablemente ciertas emisiones.

En lo que dice relación al sector de la construcción, esta ley establece la Calificación Energética de las edificaciones para entregar información del comportamiento energético de las mismas y se fija la obligación de contar con ellas al momento de ser recepcionadas por la correspondiente Dirección de Obras Municipales.

Para poder implementar esta obligación, el procedimiento, exigencias y condiciones del otorgamiento de la calificación y precalificación energética y su publicidad se regularán a través de reglamentos que deben ser detallados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y el Ministerio de Energía. El 05 de octubre de 2024 se publica el Decreto 5 "Reglamento para la Calificación Energética de Viviendas en Chile" por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el cual entrará en vigencia doce meses después de la publicación del reglamento.



Respecto de edificios públicos, esta ley también establece un deber de reportabilidad de los consumos de todas las fuentes energéticas usadas por sus inmuebles, así como la información básica de la caracterización de los mismos, tales como superficie, número de trabajadores, año de construcción, tipo de envolvente, entre otras.

Además, las empresas deberán reportar anualmente al Ministerio de Energía sus consumos por uso de energía y su intensidad energética del año calendario anterior, información con la que se establecerán aquellos consumidores catalogados como "Consumidores con Capacidad de Gestión de Energía" y que deberán implementar uno o más "Sistemas de Gestión de Energía".

Otras Normativas

Las normas revisadas tienen un alto componente en materia de cambio climático, pero podemos ver que es una variable incorporada de manera transversal en una serie de nuevas normativas, tales como la ley de humedales urbanos; ley que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises; la ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas; el proceso de actualización de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable; el desarrollo de la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde; entre otras.



Ley de humedales urbanos

Ley que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises.

Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas



BREVE REVISIÓN DE AVANCES EN ADAPTACIÓN

Plan nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014, actualmente en actualización)

La frecuencia de los eventos extremos del clima ha generado un impacto sobre la población, la infraestructura, la economía, y la distribución de recursos como el agua y la energía. A nivel nacional, la necesidad de contar estrategias sectoriales de adaptación ha llevado a buscar un plan de acción. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), impulsado por el Ministerio del Medio Ambiente, entrega los lineamientos para las acciones transversales de adaptación, estableciendo objetivos, metas e indicadores²¹.

En línea con la Ley de Marco de Cambio Climático, dicho plan busca:



Generar directrices en evaluación de riesgos asociados al cambio climático.



Mecanismos de integración entre las políticas nacionales, sectoriales y regionales.



Estandarizar criterios de monitoreo y reporte de metas e instrumentos de gestión.

21. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) es parte de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP).



Con todo, se evidencian algunas barreras y brechas, como mejorar la coordinación, mejorar el monitoreo y reporte, incorporar el costo de las medidas e incluir estrategias financieras para los planes, mejorar información y establecer esquemas de cooperación público–privado. Actualmente, el plan se encuentra en etapa de borrador para Consulta Pública.

Proceso actualización Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)



Fuente
Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente.



Resultados esperados y productos del proceso de actualización del PNACC



Fuente

Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente.



Planes sectoriales y mapeo de actores

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) identificó nueve sectores prioritarios durante su elaboración²², analizando su vulnerabilidad ante el cambio climático. A continuación, se describe brevemente los potenciales impactos sobre los sectores asociados²³ a infraestructura, ciudades, recursos hídricos y energía (Revisar otros sectores en Anexo 01).



Recursos Hídricos

Su disponibilidad afectará directamente a la mayoría de los sectores. Las principales medidas de adaptación se resumen en:

- » Gestión sustentable de los recursos, que permita proteger cantidad y calidad de las aguas.
- » Mejorar la institucionalidad para la planificación de la asignación, protección, fiscalización y resolución de conflictos.
- » Prevenir y enfrentar la escasez.
- » Fortalecer y ampliar los sistemas de monitoreo.
- » Mantener y fortalecer el inventario, monitoreo y estudio de los glaciares.

- » Potenciar el desarrollo de una Ley de Glaciares, que permita su conservación.
- » Mejorar la satisfacción de la demanda de agua potable en zonas de menor cobertura.
- » Reutilización del recurso.
- » Educación de la población.

El Ministerio de Obras Públicas es el responsable del plan, con los siguientes actores participantes: Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Economía, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Ministerio de Energía, Ministerio de Minería, Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Superintendencia de Servicios Sanitarios.

22. Art. 8 de la LMCC.

23. Para mayor detalle, revisar: Plan Nacional Adaptación al Cambio Climático, MMA 



Infraestructura

Los impactos tienen relación con la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, como inundaciones, aludes, desbordes, tormentas cálidas, vientos y marejadas. Las principales medidas de adaptación se resumen en:

- » Incorporación de análisis de impactos en la evaluación de obras de infraestructura y metodología para infraestructura específica.
- » Sistema de monitoreo de obras de infraestructura.
- » Planes regionales de contingencia, mapas de vulnerabilidad y zonas de riesgo.
- » Desarrollo de regulación y tecnificación.
- » Identificación de nuevos requerimientos.

El Ministerio de Obras Públicas es el responsable del plan, con los siguientes actores participantes: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Agricultura, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Ministerio de Economía, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Bienes Nacionales, Instituto Nacional de Hidráulica. Defensa Nacional, Ministerio de Educación.





Energía

Los principales impactos se relacionan con la disponibilidad y temporalidad de la generación del Sistema Interconectado Central (SIC) y del consumo (industrial y residencial). Las principales medidas de adaptación se resumen en:

- » Analizar implicancias para el sector, desde el punto de vista de la generación.
- » Levantar y monitorear patrones de consumo.
- » Introducir medidas para masificar el desarrollo de proyectos de eficiencia energética.
- » Desarrollar campañas y programas educativos de eficiencia energética.
- » Estimular la integración de energías renovables no convencionales (ERNC).

» Fomentar la incorporación y uso de energía solar a nivel residencial.

El Ministerio de Energía es el responsable del plan, con los siguientes actores participantes: Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Ministerio de Educación.





Ciudades

Experimentan un alto grado de vulnerabilidad por la concentración de población e infraestructura. La planificación de la adaptación urbana es uno de los principales retos. Las principales medidas de adaptación se resumen en:

- » Planificación y ordenamiento territorial.
- » Desarrollo de mapas de vulnerabilidad de la ciudad e identificar zonas de riesgos.
- » Plan de contingencia y capacidad de respuesta de los servicios frente a emergencias.
- » Desarrollo de líneas de acción específicas para recursos hídricos, energía y salud.
- » Desarrollo de líneas de acción para otros sectores y servicios de importancia.

- » Educación de la población en la protección y uso eficiente de recursos hídricos y energéticos.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) y Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, y Ministerio del Medio Ambiente son los responsables del plan, con los siguientes actores participantes: : Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Ministerio de Energía, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Gobiernos Regionales, Municipios.





ACTUALIZACIÓN PLANES DE SECTORIALES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

En el marco de los avances de la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N°21.455), durante 2024 se encuentran en consulta pública y/o elaboración los nuevos Planes Sectoriales de Mitigación (PSMCC) de los Ministerios de Energía, Transporte, Minería, Salud, Agricultura, Obras Públicas y Vivienda y Urbanismo; y los nuevos Planes Sectoriales de Adaptación (PSACC) de los Ministerios de Energía, Transporte, Minería, Salud, Agricultura, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Economía y Defensa. Así también, se encuentra en desarrollo el Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector de los Recursos Hídricos (PACC–RH).

Los PSMCC establecen el conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber gases de efecto invernadero, de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones asignado a cada autoridad sectorial en la ECLP²⁴.

Los PSACC establecen el conjunto de acciones y medidas para lograr adaptar al cambio climático aquellos sectores con mayor vulnerabilidad y aumentar su resiliencia climática, de conformidad con los objetivos y las metas de adaptación definidas en la ECLP.

24. Estrategia Climática de Largo Plazo: Instrumento reconocido en el Acuerdo País, en el que se definen los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a 30 años para el cumplimiento del objeto de esta ley.



Chile en el contexto global de emisiones

En 2020 el total de emisiones de GEI a nivel nacional alcanzó los 105.552 kt de CO₂ equivalente, registrando una disminución de 4% respecto de su medición anterior (2018), siendo el sector energía el de mayor relevancia (75,5%).

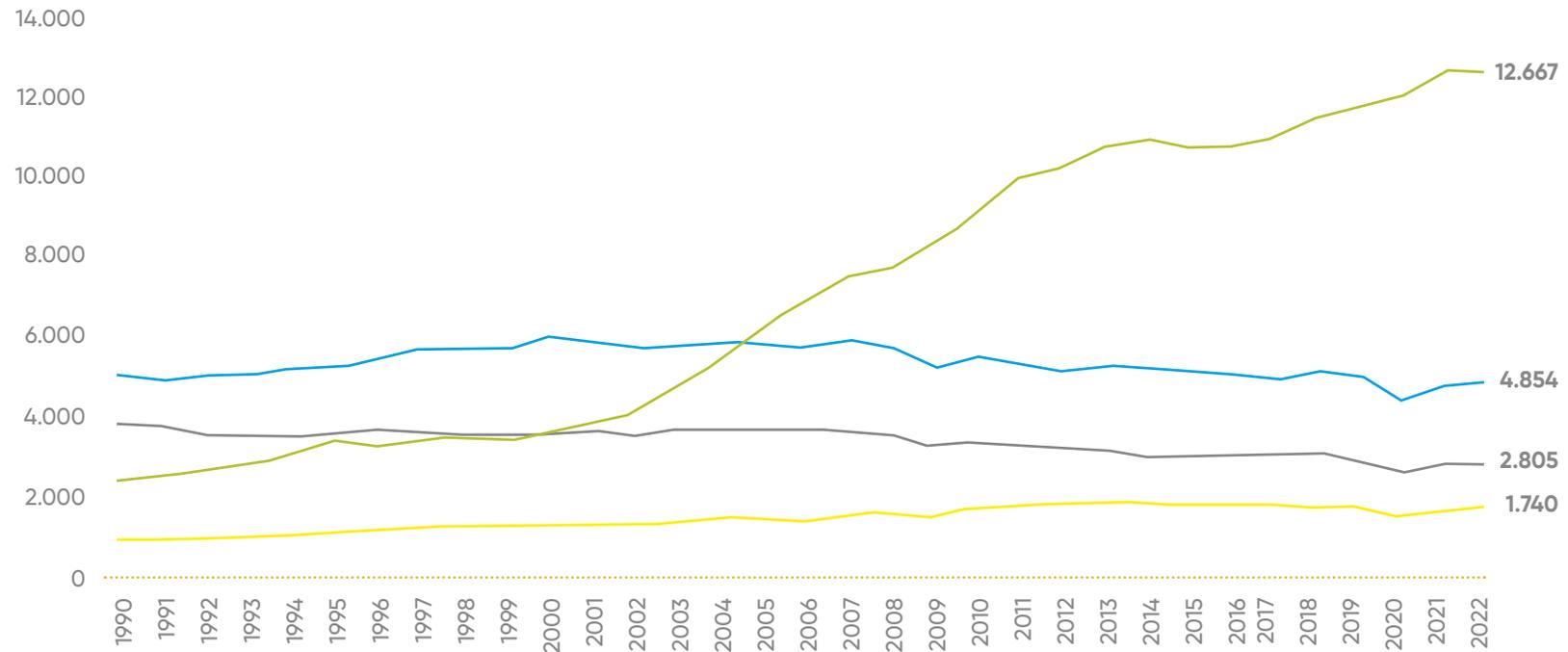


De acuerdo con la data del Banco Mundial, en 2022 Chile contribuyó con un 0,24% de las emisiones globales, mientras que, respecto a América Latina, su contribución de emisiones alcanzó un 5,3% en igual periodo, por debajo de países como México (28%), Brasil (26,8%) o Argentina (10,6%). Cabe destacar que, para ese mismo año, la contribución de Chile al PIB mundial fue de un 0,3%, mientras que su contribución al PIB de América Latina fue de un 4,8%, lo que indicaría que nuestra actividad económica es menos intensiva en emisiones que el promedio del mundo, pero más intensiva en emisiones que el promedio de la región.



Emisiones de CO₂ equivalente 1990-2022 (Mt CO₂e)

■ China ■ Unión Europea ■ América Latina y el Caribe ■ Estados Unidos

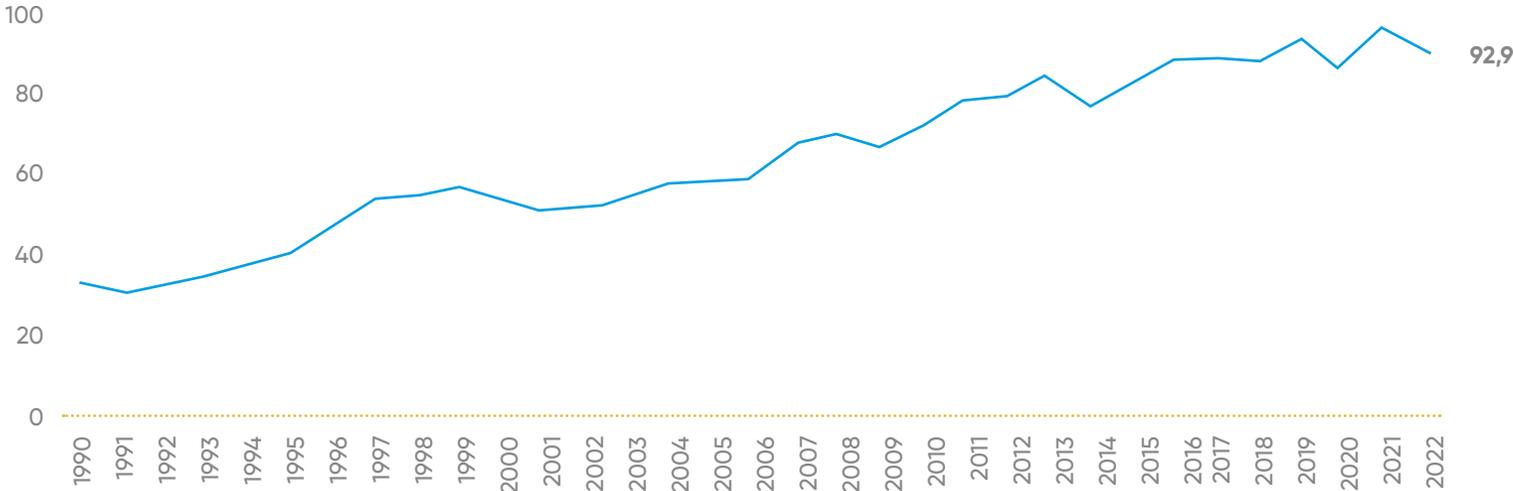


Fuente
CChC en base a estadísticas del Banco Mundial 

25. 1 Mt (megatonelada o tonelada métrica) de CO₂e equivale a 1.000 kt (kilotoneladas) de CO₂e.



Emisiones de CO₂ equivalente Chile 1990-2022 (Mt CO₂e)



Fuente
CChC en base a estadísticas del Banco Mundial



CAPÍTULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Ante el cambio climático, la industria de la construcción enfrenta desafíos y oportunidades para fortalecer su competitividad en un mercado orientado a la reducción de las emisiones de carbono²⁶. Lo anterior, debido a la alta incidencia del sector energético en el ciclo de vida completo de la industria (alcances 1, 2 y 3)²⁷, sector que, como se ha mencionado, es el de mayor contribución de emisiones a nivel global.



Fuente
Rodríguez et al. (2024)²⁸.

26. En lo que resta del documento usaremos "emisiones de carbono" para referirnos a la medición de emisiones de CO₂ equivalente de gases de efecto invernadero (GEI).

27. Las emisiones de alcance consideran el ciclo de vida completo de la industria, desde la extracción, transporte y producción de los materiales (alcance 3) y el proceso de construcción en sí mismo (alcance 1 y 2), hasta el reciclaje de residuos (alcance 3).

28. Rodríguez et al. (2024). "Guía para la Gestión de la Huella de Carbono del Ciclo de Vida de la Construcción"; Anexo de Guía de Huella CompromisoPRO.

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



En Chile, uno de los principales desafíos es la implementación de herramientas de medición, gestión y reporte de las emisiones en el ciclo de vida completo en la edificación e infraestructura, para cumplir con las metas de la Ley Marco de Cambio Climático²⁹. A través de sus instrumentos de gestión a nivel nacional, regional y local nuestro país enfrenta el desafío de alcanzar una Estrategia Climática de Largo Plazo hacia la carbono neutralidad, considerando la descarbonización de edificios nuevos y existentes al año 2050.

29. Marco jurídico para que el país pueda enfrentar el cambio climático en materia de mitigación y adaptación en una mirada de largo plazo y así dar cumplimiento a sus compromisos internacionales asumidos en el Acuerdo de París, que persigue limitar el aumento de la temperatura global del planeta. Ministerio del Medio Ambiente (2022), Gobierno de Chile.



EMISIONES DEL SECTOR A NIVEL GLOBAL

Varios estudios internacionales han identificado que la industria de la construcción, debido a la alta incidencia del sector energético en el ciclo de vida completo de la industria, contribuye con un 40% de las emisiones de carbono a nivel mundial³⁰, y cerca de dos tercios de esta estimación puede atribuirse a mercados emergentes³¹. Dicho proceso considera la cadena de valor del sector de la construcción, desde la producción de materiales hasta el proceso de construcción y la operación de la edificación.

La Corporación de Financiamiento Internacional (IFC) del Banco Mundial estima que estas emisiones se distribuyen entre la operación de edificios (20%), que consume energía y recursos, el suministro de materiales (19%), que utiliza combustible fósil y energía en su producción y transporte, y el proceso de construcción (0,3%), que representa una parte baja de las emisiones globales del sector. De esta manera, alrededor del 85% de las emisiones corresponden al uso de combustibles fósiles en edificios y al uso de maquinaria y equipos, mientras que el 15% proviene de procesos en la producción de materiales de construcción.

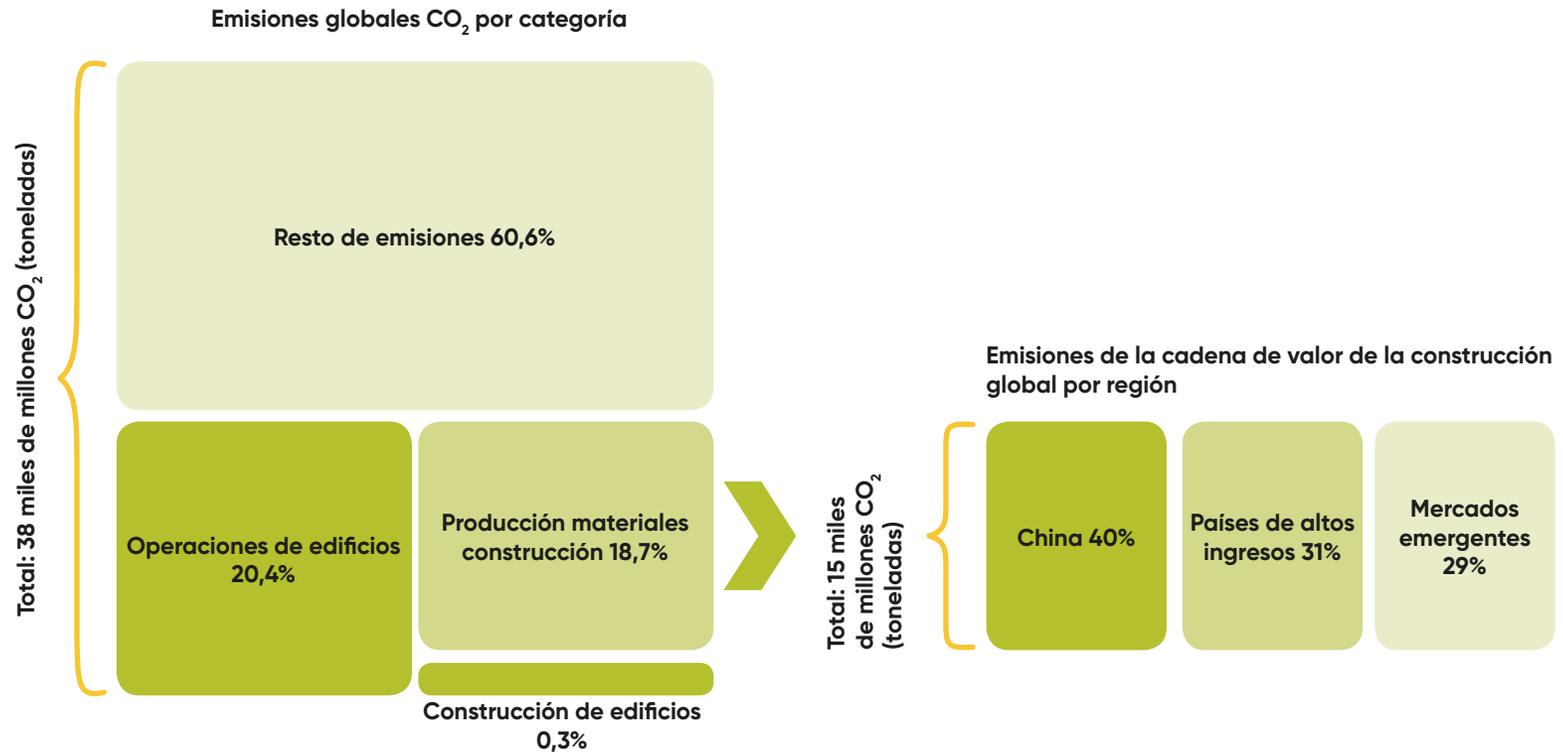
30. Esta estimación se alinea con cálculos recientes de la International Energy Agency (2021) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021), en los que el proceso de la construcción representa el 36% del consumo mundial de energía final y el 37% de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía.

31. "Building Green: Sustainable Construction in Emerging Markets". International Finance Corporation (IFC), octubre 2023.

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Es más, si consideramos la vida útil de un edificio o infraestructura tipo en torno a un promedio de 50 años, entonces los materiales y la construcción generan alrededor del 22% de las emisiones. En el caso de los materiales, alrededor de la mitad de las emisiones de carbono son generadas por la producción de cemento y acero.



Fuente

IFC, basado en datos del Proyecto de Análisis del Comercio Global (2022).

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Por otra parte, la IFC proyecta que, si no se realizan esfuerzos adicionales de mitigación, las emisiones globales de carbono relacionadas con la industria de la construcción podrían aumentar hasta 13% para 2035 respecto de sus niveles actuales. Por el contrario, la inversión en el uso más eficiente de energía en edificios, el uso de materiales con baja emisión y la adopción de políticas adecuadas podrían reducir hasta 23% las emisiones.



Por esta razón, resulta crucial avanzar en la transición hacia la construcción sostenible –proceso que dependerá del nivel de ingresos, la preparación tecnológica y la política de cada país, además de los recursos fiscales y financieros disponibles, y la dependencia de los combustibles fósiles. El diseño y la implementación de medidas de mitigación y adaptación, a través de modelos dinámicos de equilibrio general de economía circular, facilitaría a los formuladores de política y a los privados identificar posibles oportunidades de inversión.





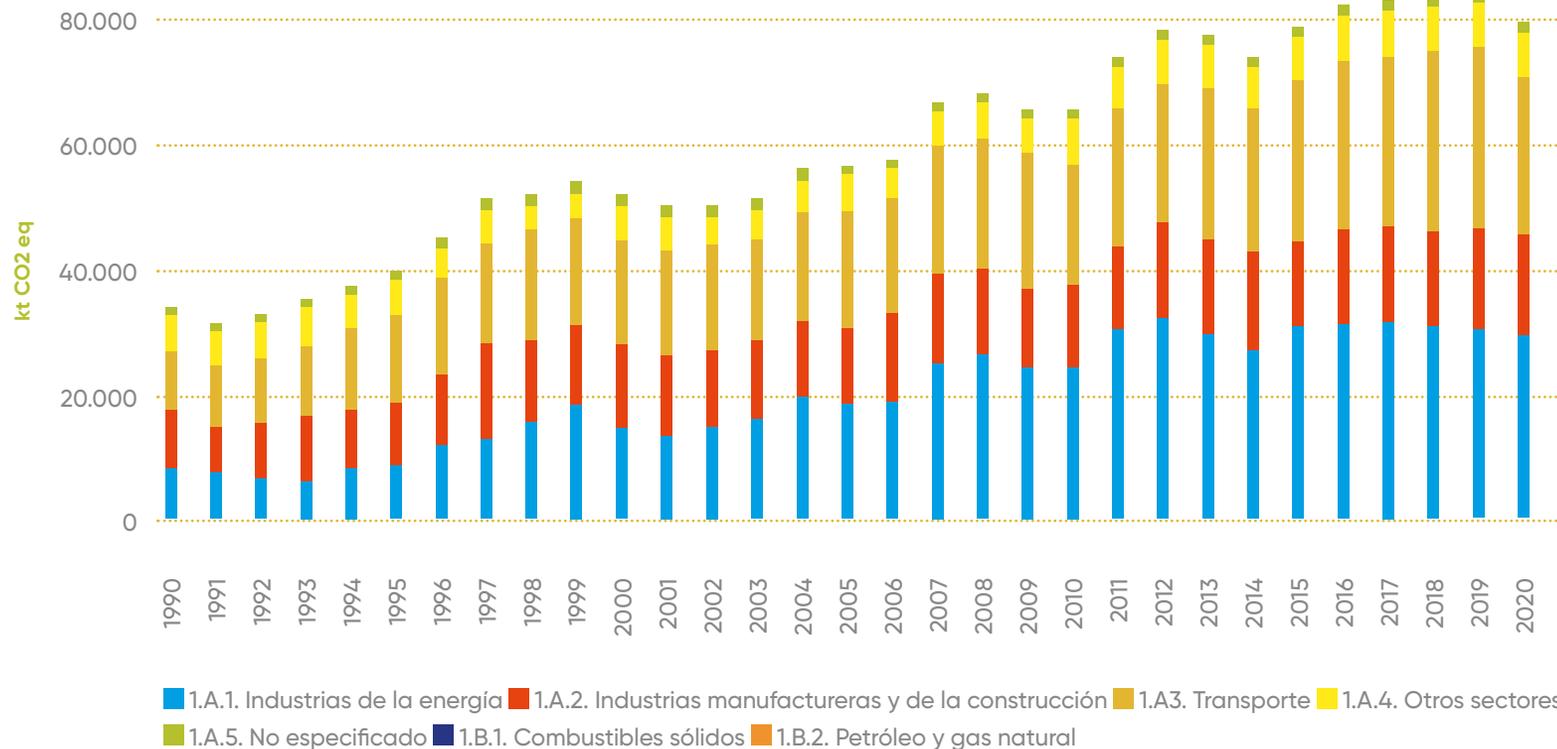
EMISIONES A NIVEL NACIONAL

En respuesta a los compromisos internacionales adquiridos ante las Naciones Unidas, el Ministerio del Medio Ambiente de Chile ha mantenido sus reportes y representación del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) en el Sistema Nacional de Inventario de GEI³² del Ministerio del Medio Ambiente.

Como se ha mencionado, en 2020 el sector energía fue el principal emisor de gases de efecto invernadero, alcanzando casi 80 mil kilotoneladas (kt) de CO₂ equivalente, representando un 75,5% del total de emisiones a nivel nacional. En dicho periodo cerca de un 20% del total de emisiones del sector energía corresponde a la industria de manufactura y construcción.

32. El Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), administrada por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, tiene como objetivo informar a la ciudadanía sobre las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) en el país. Disponible en [\[link\]](#)

CAPÍTULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Fuente

Ministerio del Medio Ambiente³³.

33. <https://snichile.mma.gob.cl/sector-energia/>

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Actualmente, en el país no existen cifras oficiales sobre las emisiones de carbono en el proceso de construcción que permitan cuantificar, por ejemplo, las emisiones en el proceso de edificación o asociadas a la emisión de material particulado. Si bien el proceso de construcción propiamente tal es poco intensivo en emisiones de CO₂, a partir del Sistema Nacional de Inventarios de GEI del Ministerio de Medio Ambiente³⁴ es posible realizar una estimación aproximada de las emisiones del sector, garantizando una coherencia de las emisiones notificadas y la calidad de los resultados.

En particular, si se considera la producción industrial de insumos de uso intensivo en el sector, se podría vincular a la construcción un 7,3% del total de emisiones, lo que considera la producción de materiales como hierro, acero y cemento. A esto, se sumaría un 4,3% si se considera la producción de otros insumos como solventes, sustancias para la protección contra incendios y equipamiento eléctrico. De esta manera, a la industria se le puede asociar una emisión en torno a 11,6% en relación con la producción de insumos utilizados en obra (carbono incorporado³⁵).

34. Inventario Nacional GEI Ministerio del Medio Ambiente, 2022. 

35. Emisiones de carbono asociadas con los productos de construcción y procesos de construcción, a lo largo de todo el ciclo de vida del activo.

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Por otra parte, las emisiones relacionadas con el uso de energía del sector comercial/institucional y residencial alcanza un 6,2% de las emisiones totales de energía (carbono operacional³⁶). Con todo, el sector de la construcción sería responsable del 17,8% de las emisiones GEI totales del país, un registro mayor respecto de lo catastrado en el Fundamenta 45 el año 2019 (14,1%)³⁷.

Es importante recalcar que en estas estimaciones no se consideran las importaciones de cemento, acero y otros materiales, para evitar riesgo de doble contabilidad. Tampoco se consideran las emisiones de transporte de carga y uso de maquinaria, por no ser posible identificar qué parte corresponde al sector de la construcción. Finalmente, no se considera el sector de residuos.

Así, estas estimaciones consideran las emisiones más bien directas del proceso constructivo, es decir, el carbono incorporado más el carbono operacional de las edificaciones. El siguiente desafío a nivel nacional, es la medición de las emisiones del carbono del ciclo de vida (cadena de valor) completo³⁸ de la construcción, lo que incluye tanto la producción (e importación), transporte e instalación de materiales, como el desmontaje o demolición, y la generación y gestión de residuos.

36. Emisiones de carbono generados por toda la energía y agua consumidas a lo largo del uso del edificio, incluyendo el consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros servicios.

37. Dicha comparación considera la aplicación de la misma metodología. En el caso del Fundamenta 45, se resta del cálculo la estimación de las emisiones del uso de transporte de carga y maquinaria especializada.

38. Cantidad total de emisiones de carbono generadas durante todo el ciclo de vida de un edificio, desde la extracción de materias primas hasta la demolición y disposición final. Confirman la suma total de todas las emisiones y absorciones de GEI relacionadas con los activos, tanto operativo como incorporado, durante el ciclo de vida de un activo, incluida su disposición final.

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Metodología Fundamenta anterior

El Fundamenta 45³⁹ CChC también utilizó como referencia el Informe Bienal del Ministerio del Medio Ambiente para aproximarse a una estimación de las emisiones del sector a nivel nacional. En dicho documento, se estimó que el sector de la construcción contribuía con alrededor de un 22,8% de las emisiones totales de CO₂ equivalente, cifra que, a partir de 2019, se ha utilizado ampliamente como línea base en la elaboración de propuestas políticas públicas de mitigación para el sector.

Entrando en la desagregación de esta estimación, la elaboración y producción de insumos alcanzó un 8,3% de emisiones (carbono incorporado), y el uso de energía en la edificación comercial, público y residencial, un 5,8% de las emisiones (carbono operacional). Adicionalmente, se obtuvo una aproximación de la emisión del transporte de carga y uso de maquinaria especializada en el sector, la que contribuyó con un 8,7% de las emisiones.

Si bien es importante recalcar que la estimación de emisiones del sector corresponde al proceso de construcción (alcance 1 y 2), resulta igualmente importante avanzar en la exploración de nuevas metodologías de medición del ciclo de vida de la industria⁴⁰. Esto es, la medición de huella de carbono de la cadena de valor relacionada con emisiones de alcance 3, tanto en su nivel ascendente como descendente.

39. Fundamenta 45: El Sector de la Construcción ante el Desafíos Climático Global. 

40. Actualmente, no existe información que permita cuantificar el proceso de construcción en su totalidad (ciclo de vida), especialmente aquellas mediciones relacionadas con material particulado.

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Fuente
Elaboración propia a partir de Rodríguez et al. (2024).

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Explorando otras metodologías de estimación

Si bien a la fecha está disponible la documentación e información sobre el Inventario Nacional de GEI (INGEI)⁴¹, los datos de construcción están agrupados con la industria manufacturera. Por tanto, resulta relevante conocer en detalle la medición de emisiones de GEI propias del sector a través de una plataforma pública operativa, para el reporte y verificación de emisiones de proyectos de edificación e infraestructura.

Para esto, se propone indagar nuevas metodologías que permitan incorporar la medición de emisiones de la cadena de valor completa del sector construcción y reforzar aquellas herramientas existentes como la calificación energética y certificaciones de edificaciones sostenibles, considerando la producción, transporte e instalación de materiales, la edificación, la operación de las edificaciones, el desmontaje o demolición y la gestión de residuos.

En esa línea, a fines de 2020, se presentó el borrador de la "Estrategia Nacional de Huella de Carbono en el sector Construcción"⁴², que resaltaba la necesidad de establecer acciones para gestionar la contabilidad de emisiones de toda edificación. Esto consideraba la implementación de mecanismos de medición, reporte y verificación, junto con la definición de metas de acción para avanzar hacia la carbono neutralidad.



41. Sistema Nacional de Inventarios de GEI de Chile (SNICHILE), administrada por la oficina de cambio climático del Ministerio del Medio Ambiente.

42. Liderado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y alojado en el Instituto de la Construcción. Disponible en [\[link\]](#)

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Específicamente, se recomendaba

Articular y consolidar con el Ministerio del Medio Ambiente una plataforma de registro pública de emisiones de CO₂ equivalente de proyectos de edificación e infraestructura, a través del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).

Establecer un instructivo que defina tipos de proyectos e instituciones que deberían reportar su huella de carbono.

Actualizar inventarios nacionales de emisiones, visibilizando nueva información que se genere de forma específica para el sector construcción.

Elaborar guía metodológica nacional para cálculo de huella de carbono, consistente con la etapa del ciclo de vida de la construcción.

Actualizar estándares de certificación de edificios (CVS y CES)⁴² para que soliciten reportar información referente a emisiones GEI en las distintas etapas de ciclo de vida de los proyectos evaluados.

Generar mapeo de fuentes de información y brechas para el cálculo de emisiones de un proyecto de construcción, considerando su ciclo de vida.

Fortalecer la capacidad de fiscalización de la institucionalidad ambiental, permitiendo la realización de seguimiento y control a reportes de emisiones de los actores del sector construcción.

Realizar proyecto piloto de medición de la huella de carbono incorporado y operacional para distintas tipologías de proyectos.

Diseñar programas de incentivos para promover medición y reporte de la huella de carbono.

Establecer registro de profesionales y/o empresas acreditadas para prestar el servicio de reporte de huella de carbono de proyectos de edificación e infraestructura.

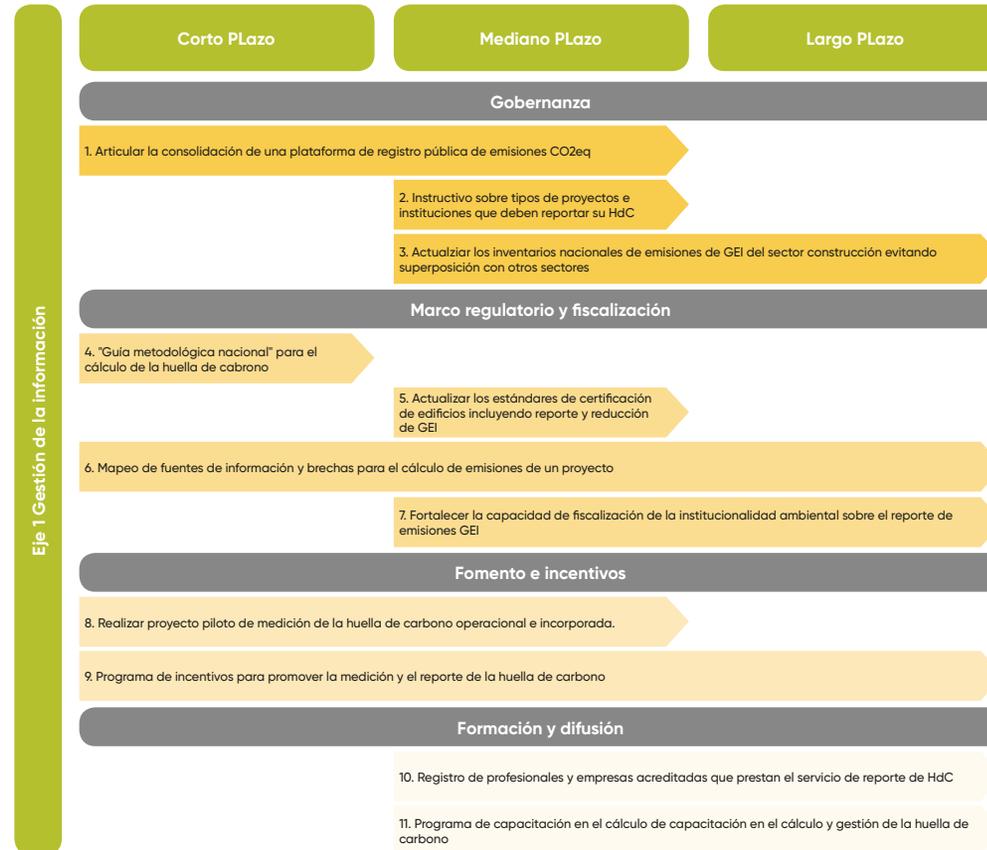
Desarrollar un programa de capacitación en el cálculo y gestión de huella de carbono en el sector.

42. Certificación de Vivienda Sustentable (CVS) y Certificación de Edificio Sustentable (CES).

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Propuesta de gestión de la información: acciones asociadas



Fuente
Estrategia Nacional de Huella de Carbono en el Sector Construcción.

CAPÍTULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Adicionalmente, se proponían otros ejes relevantes para avanzar: una coordinación institucional (pública y privada); innovación de productos, materiales y servicios; y concientización transversal. A partir de estos antecedentes, se recomienda poner los esfuerzos en el relanzamiento de una versión revisada de la Estrategia Nacional de Huella de Carbono en el Sector Construcción que incorpore a todos los actores relevantes.

Guía para la Gestión de la Huella de Carbono del Ciclo de Vida de la Construcción (2024)

Esta guía nace del trabajo de la Comisión de Medio Ambiente de la CChC y su grupo de Cambio Climático, y para su desarrollo se contó con el apoyo de CDT. Su principal objetivo es apoyar a la industria a comprender conceptos generales relacionados a la evaluación del carbono a lo largo del ciclo de vida de la construcción.

La guía busca desarrollar una pauta que permita al lector conocer estos temas, primero en un enfoque general, y luego, profundizar en la medida que se requiera. Así, la información se distribuye acorde a distintos grupos de interés (inmobiliarias y viviendas, diseño y especialidades, construcción, industriales y proveedores) y niveles de profundidad de aprendizaje (nivel básico, medio y avanzado)⁴³.

43. Para saber más sobre esta guía y sus alcances, ver aquí:



**CAPÍTULO 3:
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ASOCIADAS AL CARBONO
INCORPORADO Y
OPERACIONAL DEL SECTOR**



USO SOSTENIBLE DE MATERIALES E INSUMOS DE LA CONSTRUCCIÓN⁴⁴

De acuerdo con el IFC⁴⁵ (2023)⁴⁵, las tecnologías ya existentes tienen el potencial de reducir significativamente la huella ambiental de la construcción con costos económicos moderados. Para la operación de los edificios, estas tecnologías incluyen la electrificación de edificios con combustibles no fósiles y el uso de materiales específicos para reducir el consumo de energía, como aislación térmica, pintura reflectante para techados y recubrimientos de películas para ventanas, entre otros. Para los edificios nuevos, algunas de las posibles opciones de mitigación y adaptación son diseños y sistemas energéticamente eficientes y resilientes, energías renovables y sistemas urbanos y domésticos de enfriamiento y calefacción.

En relación a los materiales de construcción, el cemento y el acero son los dos principales materiales utilizados en la construcción, y son responsables de alrededor del 80% de las emisiones incorporadas en edificios y otras estructuras. En ese sentido, mejorar la eficiencia energética y cambiar a procesos, materias primas y combustibles con bajas emisiones, también puede reducir las emisiones. En el futuro, la posible adopción e implementación de tecnologías incipientes e innovadoras como la captura y almacenamiento de carbono y el hidrógeno verde, entre otras, puede servir para reducir las emisiones aún más, pero se espera que estas palancas sean viables comercialmente –sin apoyo fiscal– hacia 2035 (Ver Anexo 02).

44. Basado en IFC (2023). ⁴⁴

45. International Finance Corporation.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Por todo lo anterior, se hace crucial que los gobiernos, los reguladores y los organismos internacionales acompañen el proceso de descarbonización de las industrias productoras de materiales e insumos de la construcción, con un enfoque de ciclo de vida de la construcción, con una normativa clara que otorgue certeza jurídica, con la gradualidad necesaria para este tipo de inversiones de largo plazo, generando los incentivos correctos, y poniendo a disposición los instrumentos financieros adecuados para que la industria se embarque en este proceso.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

Uso de madera en la construcción sostenible

El rol que juega la madera en la reducción del carbono incorporado es sin duda relevante. Diversos estudios y ejercicios de análisis⁴⁶ para cuantificar el beneficio del uso de estos materiales, indican que, en las primeras etapas de producto del ciclo de vida completo, se puede llegar a una reducción de más de un 30% en la incidencia de emisiones de carbono incorporado, en comparación con un mismo edificio, pero construido con hormigón normal⁴⁷.

Aparte de su gran beneficio de captura de carbono, la madera también tiene ventajas energéticas, si es que pensamos en ella como material medianamente aislante térmico. Por ejemplo, su conductividad térmica es menor en comparación con la del hormigón y otros materiales. En simple, en un muro de madera de pino versus un muro de otro material, que tiene una conductividad mucho mayor, se va a necesitar menor aislación adicional para llegar a los valores de transmitancia térmica necesarios para reducir las demandas energéticas a un estándar o niveles deseados. Según algunos indicadores en edificaciones con certificación Minergie⁴⁸, , un edificio construido en madera requiere un 35% menos de energía en calefacción respecto a un equivalente construido en hormigón⁴⁹.



46. La madera como material para una construcción sustentable y eficiente energéticamente en Chile; EBP. 

47. En el caso de los escenarios actuales para Chile, se ha llegado a resultados del 11% de beneficios de reducción para el ciclo de vida completo.

48. Proveniente de referencias de construcciones en Suiza, país con alta demanda de consumo energético, especialmente en temporadas frías

49. De la gran cantidad de certificaciones que Minergie tiene en Suiza y otros países, más de la mitad de las edificaciones son construidas en madera.

CAPÍTULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Un claro ejemplo de ello, es el Edificio Burgos Net Zero, sede de EBP Chile en Santiago, el cual destaca por su uso industrializado en la madera, soluciones de envolvente térmica y control solar altamente eficiente, transformándose en uno de los primeros edificios net zero energía y carbono de Latinoamérica, con una huella de carbono tres veces menor que un edificio convencional, y alcanzando el sello Cero Emisiones de CO₂ que otorga Minergie⁵⁰.

El Banco Mundial también entrega índices en cuanto a costos operacionales de una vivienda al utilizar madera. El consumo de energía podría ser entre un 20% a incluso un 50% menor, dependiendo de la zona climática y el nivel de aislamiento de una edificación.

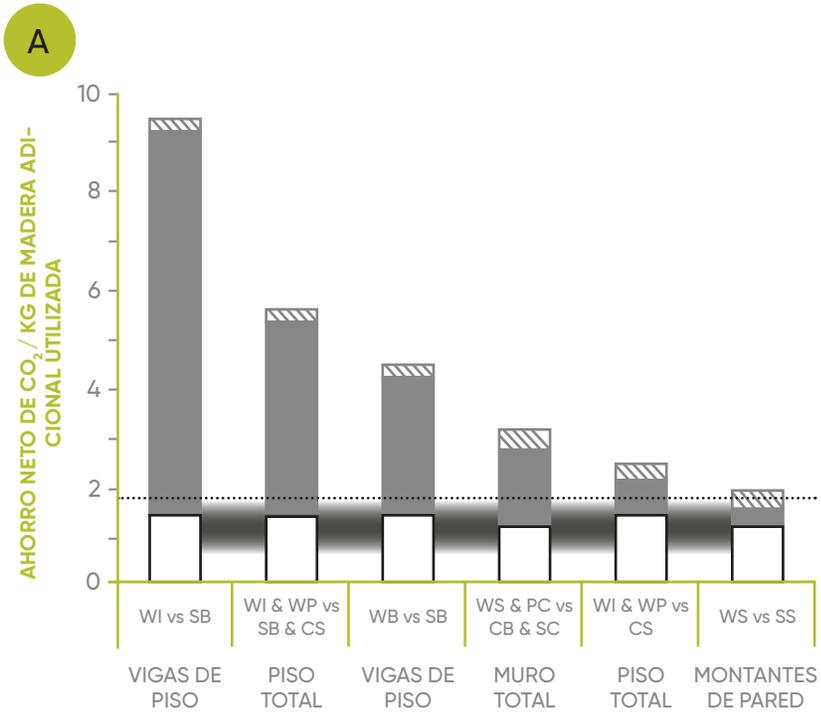
Diversos estudios académicos, tales como el de Oliver et al. (2014)⁵¹, sostienen que reemplazar otros materiales de construcción por madera podría ahorrar del 14% al 31% de las emisiones globales de CO₂, y del 12% al 19% del consumo mundial de combustibles fósiles⁵².

50. Para más información: Edificio Burgos Net Zero. [🔗](#)

51. Oliver, C. D., Nassar, N. T., Lippke, B. R., & McCarter, J. B. (2014). Carbon, fossil fuel, and biodiversity mitigation with wood and forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 33(3), 248-275. [🔗](#)

52. Para profundizar, ver *Desafío Forestal para un Chile sostenible* (2023) [🔗](#), Capítulo de Desafíos Futuros.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Columns

- ▨ EP: CO₂ de combustibles fósiles desplazado por la energía de la madera para el producto.
- AP: Emisión de CO₂ evitada por el uso del producto de madera.
- SP: CO₂ almacenado en el producto de madera
- EP: CO₂ de combustibles fósiles desplazado por la energía de la madera en la instalación técnica.

Fuente

Oliver et al. (2014)

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Según especialistas en construcción en madera⁵³, las ventajas de la madera como material de construcción son múltiples. Algunas de ellas son

El proceso de construcción de un edificio de madera permite reducir entre un 34% y un 84% el impacto en cambio climático respecto de un edificio de hormigón armado.

Los plazos de construcción en madera son hasta un 25% menores, permitiendo reducir hasta un 30% los costos de ejecución de un proyecto. Además, produce un menor impacto social de la obra con su entorno, al implicar menos camiones, ruido y polvo.

A un costo equivalente a materiales tradicionales, la madera entrega mayores estándares de confort y sanitarios para sus habitantes, así como un mejor desempeño. Sus grandes capacidades de resistencia estructural en relación con su bajo peso permiten la construcción de viviendas de mediana y gran altura.

Finalmente, de acuerdo con FSC España⁵⁴, el costo directo m² de madera es más caro que el m² de hormigón, pero su utilización supone un menor costo en cimentación y un ahorro de huella de carbono. Así, de acuerdo con experiencias en proyectos concretos, el 8% de sobrecosto, se compensa con otros ahorros significativos. Algunas de las principales ventajas de utilizar madera están relacionadas con la eficiencia térmica, acústica y, sobre todo, con que acorta los plazos de ejecución en 20% respecto de la construcción convencional, lo que supone un importante ahorro⁵⁵.

53. Chile apuesta por la madera para reducir el déficit habitacional de manera sostenible. 

54. Forest Stewardship Council (FSC)  es una organización mundial sin ánimo de lucro que lleva dedicándose, desde hace más de 25 años, a promover la gestión forestal responsable en todo el mundo.

55. La utilización de madera en el corazón de la construcción sostenible. 

CAPÍTULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

Uso sostenible de materiales e insumos de la construcción en Chile

De acuerdo con el Informe de Productividad en el Sector de la Construcción de la Comisión Nacional de Evaluación y Productividad (CNEP) de 2020⁵⁶, respecto de la etapa de producción de los materiales de construcción, que representaría 35% de la huella de carbono de la industria nacional, en cuanto a la producción de cemento en Chile el benchmark internacional indica que la industria cementera parece ser eficiente desde una perspectiva medioambiental, tanto a nivel de emisiones de la industria como en la incidencia del factor clinker. Sin embargo, en los ámbitos de co-procesamiento y consumo energético la industria muestra indicadores deficientes respecto de otros países.

En relación con la etapa de producción, se presentan potenciales áreas de intervención. La primera, relacionada con el establecimiento de inventarios para la realización de análisis del ciclo de vida de los materiales y sistemas constructivos. Estas medidas deberían tener una secuencia lógica que vaya desde la generación de información pública sobre el carbono incorporado y la obligatoriedad del etiquetado en los materiales de la construcción para la mejor toma de decisiones, hacia la incorporación gradual de estándares de carbono en los materiales de la construcción. La segunda se relaciona con la disminución de emisiones de la industria cementera por la vía de incorporar energías renovables en su producción. Y la tercera, con las condiciones habilitantes para un mayor uso de la madera en la construcción.



56. CNEP (2020). Productividad en el Sector de la Construcción. 

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Respecto de esto último, en el Informe de Productividad de la CNEP, en cuanto a la oportunidad de la madera, se destaca que su uso en Chile como material predominante en los muros de las viviendas nuevas es de sólo un 14%. Esto contrasta con la experiencia en países desarrollados, donde el uso de la madera para confeccionar los muros alcanza más del 90% de la construcción habitacional de 1 a 4 pisos.

De acuerdo con el Informe de Productividad de la Industria de la Construcción en Chile de Matrix Consulting y la CChC de 2020⁵⁷, el uso de la madera en Chile alcanza un 18% de la edificación contra un 59% del hormigón. Este es un porcentaje relativamente bajo, si se compara con edificaciones en Australia o Nueva Zelanda, donde se alcanza un 60% o 70%, respectivamente. Se menciona también que su uso en edificaciones de baja altura puede reducir los plazos de construcción en hasta 30%, y que más allá de plantearse como objetivo aumentar la participación de este material, es necesario incorporarlo como una solución adicional al momento de evaluar alternativas de diseño.

En ese informe se menciona también que las condiciones que dificultan la adopción de sistemas de construcción más sostenible en Chile son múltiples y específicas a cada sistema o materialidad. En el caso de la madera, se puede decir que la normativa actual no da suficiente espacio para incorporar con flexibilidad este material. En particular, la normativa antisísmica NCh 433 establece un máximo admisible de desplazamiento entre pisos, teniendo como referencia las construcciones en hormigón y no la mayor flexibilidad de la madera.

57. Matrix Consulting-CChC (2020). Impulsar la Productividad de la Industria de la Construcción en Chile a Estándares Mundiales. 

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Líneas de acción para sostenibilidad ambiental y social

AUMENTAR PARTICIPACIÓN DE MATERIALES SOSTENIBLES

24



Actualizar la normativa que actualmente dificulta la incorporación del material en edificaciones mayores a 4 pisos (p.e.: NCh 433 y NCh 1198) e impulsar el uso de madera mediante especificaciones técnicas en licitaciones de proyectos públicos.



Difundir casos de éxito certificados e informar/educar a principales ejecutivos sobre sus beneficios. Incorporar dentro de las mallas educacionales a nivel profesional de arquitectura, construcción civil e ingeniería cursos obligatorios de sistemas constructivos en madera.

Fuente
Matrix Consulting-CChC (2020)

Para visibilizar estos desafíos en Chile, el Banco Mundial realizó el reporte Construcción de viviendas en madera en Chile – un pilar para el desarrollo sustentable y la agenda de reactivación⁵⁸ , que busca identificar las brechas y oportunidades para fortalecer esta agenda y sentar las bases para generar una hoja de ruta. El informe destaca la necesidad de generar una mesa de trabajo transversal entre el sector público, privado y la academia en torno al desarrollo de una agenda común que promueva la construcción en madera. Además, es necesario actualizar la normativa para facilitar y flexibilizar los diseños estructurales en madera, y avanzar en la incorporación de estándares de sustentabilidad en la construcción. El plan de acción para fomentar el desarrollo de una construcción de calidad y sustentable en madera debería considerar el desarrollo de proyectos urbanos y edificios detonantes que demuestren el potencial de esta tecnología, así como también apoyar el desarrollo de pequeñas y medianas empresas vinculadas a productos en base a madera⁵⁹.

58. Banco Mundial (2020). La Construcción de Viviendas en Madera en Chile: Un Pilar para el Desarrollo Sostenible y la Agenda de Reactivación.

59. Estas propuestas y recomendaciones coinciden con la Propuesta 11 del Informe Final del Comité de Carbono Neutralidad y Resiliencia , agosto de 2024, Informe que se está utilizando como insumo para actualizar la NDC.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

En la Región de Biobío, a través del Programa Estratégico Regional de Métodos Modernos de Construcción Sostenible en Madera (PER Biobío Madera) de Corfo, se ha impulsado el posicionamiento de la región como un polo de desarrollo de construcción sostenible en madera, a partir de una hoja de ruta que contempla una serie de acciones concretas con plazos definidos para su ejecución.

Norma chilena sobre árido reciclado (NCh 163)⁶⁰

El hormigón es un material ampliamente utilizado en todo tipo de construcciones y estructuras (desde pavimentos a edificaciones en altura, pasando por casas, puertos, muelles, puentes, etc.), y que se hace básicamente con dos componentes: áridos y cemento (además de agua). Los áridos constituyen aproximadamente el 70% del volumen del hormigón, y tienen por función otorgar una base de resistencia mecánica y dar estabilidad al hormigón.

Los áridos para hormigón son partículas granulares, con distintos tamaños, que deben ser químicamente inertes y con una dureza o resistencia propia que permita soportar los esfuerzos internos a los cuales estará sometido el hormigón en una estructura. Esas características químicas, físicas y de dimensiones que dichos áridos deben poseer están reguladas en Chile por la Norma Técnica NCh 163 "Áridos para morteros y hormigones – Requisitos".



60. Fuente: 1. Actualización de la NCh 163: Un paso indispensable para disminuir pasivos ambientales y reducir extracción de áridos naturales. 2. ÁRIDOS RECICLADOS DE HORMIGÓN: Desafíos para los próximos años. 3. Avanzan proyectos de normas chilenas para uso de áridos reciclados y artificiales. 4. Economía circular en la construcción: áridos reciclados y artificiales muestran buen desempeño.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Históricamente, la norma NCh 163 había considerado solamente los áridos naturales, de ríos, canteras y pozos. Los áridos naturales son principalmente grava, gravilla y arenas, y en Chile, el árido es de origen pétreo en su mayoría –piedras, arenas, extraídas de zonas como lechos de ríos, canteras, entre otros–, que son cada vez más escasos por las exigencias regulatorias. Seguir extrayendo áridos con la misma frecuencia (se emplean anualmente más de 12 millones de metros cúbicos –más de un millón de camiones), era complejo desde el punto de vista ambiental, por el consecuente impacto en los ecosistemas y el aumento del riesgo de desastres naturales. A su vez, a nivel de las regiones más industrializadas, cada vez empiezan a haber menos permisos de extracción, lo que significa que se van alejando de las zonas centrales, aumentando los costos logísticos y de transporte.

En el marco de la economía circular en construcción, los áridos no naturales comprenden tanto los reciclados, provenientes de hormigón previamente utilizado, como los artificiales, que pueden incorporar diversas materialidades derivadas de procesos industriales. En particular, los áridos reciclados se obtienen mediante procesos industriales a partir de residuos de construcción, como elementos de hormigón o escombros de demolición. Estos residuos de hormigón son de los más abundantes dentro de los residuos de construcción y demolición (RCD), representando entre el 50 % y 70 % del total. Su valorización permite reducir significativamente la cantidad de residuos que se envían a lugares de disposición final, prolongando su vida útil, aspecto especialmente relevante considerando que muchas regiones aún no cuentan con instalaciones autorizadas para RCD.

Por otro lado, un árido artificial, es un material, granular, sólido e inorgánico, distinto de un árido natural o reciclado, que resulta de un proceso industrial o bien es un subproducto de otro proceso industrial. Un caso son las escorias minerales, por ejemplo, las de cobre o de acero.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

A partir de mayo de 2021, comenzó un proceso de actualización que incluyó un cambio revolucionario para el país: la posibilidad de usar áridos que no sean naturales, pero garantizando el buen rendimiento y seguridad en el uso de áridos alternativos, es decir, que el uso de estos áridos no afecte negativamente el comportamiento mecánico y de durabilidad de los hormigones. Con esta medida se abrió la puerta a la implementación de economía circular a gran escala en la construcción, uno de los rubros que más residuos genera, incorporando otros áridos de procedencia distinta a los áridos naturales, abriendo la puerta tanto al reciclado de hormigón endurecido como a áridos artificiales. Con esto, se hace posible reducir el impacto ambiental del sector, y avanzar hacia una gestión más sostenible en medio de la crisis climática.

De esta forma, el mercado local podrá utilizar recursos provenientes de dos fuentes: recicladas de hormigón antiguo, utilizado en edificios o estructuras en desuso, entre ellos carreteras o inmuebles que son demolidos; y artificiales, extraídos de otros procesos industriales que generan material sólido, por ejemplo, en forma de escoria. Su tratamiento requiere de un proceso de chancado, selección y clasificación por tamaños y un tratamiento de lavado o retiro de impurezas.

Actualmente, la normativa está permitiendo un 10% de áridos reciclados en reemplazo de áridos naturales en la mezcla de hormigón estructural⁶¹, porcentaje aún conservador pese a las potencialidades de este material en la industria de la construcción.

61. Excepto que existan autorizaciones sectoriales, en cuyo caso es posible el uso de porcentajes mayores. Es posible que para algunas aplicaciones se cuente, por ejemplo, con autorización del SERVIU, para utilizar un porcentaje mayor de áridos reciclados, si el proyecto cumple con sus reglamentos o especificaciones técnicas. En ese sentido, se hace relevante dirigir los esfuerzos en generar difusión y capacitación en este tipo de instituciones, para que conozcan las características de los áridos reciclados, sus posibles aplicaciones y autorizar un porcentaje de uso mayor en la medida que se cumplan con las licitaciones y requerimientos exigidos.



CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Beneficios potenciales

De acuerdo con la Hoja de Ruta Chile, Cemento y Concreto – Net Zero 2050, el uso de áridos reciclados de hormigón está alineado con los ejes que buscan reducir la huella de carbono del hormigón mediante la economía circular. Estos áridos no solo tienen la capacidad de absorber CO₂ y mejorar su microestructura, sino que además presentan beneficios ambientales y económicos al reducir la extracción de áridos naturales y reutilizar residuos. En Chile, los residuos de hormigón representan entre el 50% y 70% del total de RCD, por lo que su valorización contribuye también a disminuir significativamente los volúmenes que llegan a sitios de disposición final, extendiendo su vida útil y aliviando la presión sobre estos espacios, especialmente en regiones donde escasean.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Hoy en día existe una gran cantidad de pasivos ambientales en aumento: relaves, escorias, marinas (material que es excavado en una obra), demoliciones, etc., que sólo se acumulan y generan un enorme costo económico y social. Por otro lado, la elaboración de hormigones a nivel industrial requiere inmensas cantidades de áridos, cada día más escasos, más difíciles de obtener y, por ello, de mayor costo. En consecuencia, el uso de áridos alternativos, reciclados o artificiales es un paso lógico y natural que se debía dar en el corto plazo.

Asimismo, los beneficios económicos van por el lado de poder valorizar residuos o materiales que hoy incluso generan costos por conceptos de disposición. En cuanto a los costos, internacionalmente se ha establecido que los áridos reciclados son entre 35% y 50% más económicos que los naturales, lo que es atractivo para los productores de hormigón o aquellos que requieran áridos en sus obras. A nivel nacional, esta industria está en fases embrionarias, por lo que paulatinamente se deberían ir ajustando los precios.

De acuerdo con el Informe de Productividad de Matrix Consulting y la CChC, la utilización de áridos reciclados en obras viales, por ejemplo, puede traducirse en ahorros en costos de hasta 16%, al mismo tiempo que amigora el impacto ambiental, con el potencial de reducir en una cuarta parte los residuos generados durante la etapa de construcción. Lo mismo ocurre con el prefabricado, que puede disminuir la generación de escombros en hasta un 15%, y que emplea un 40% menos de energía, sólo considerando el transporte: menos viajes, desperdicios y peso.

Finalmente, dentro de la línea de áridos reciclados, se ha estado estudiando la capacidad que tienen estos materiales de absorber CO₂, con el objetivo de aportar a los indicadores de carbono neutralidad de la industria del hormigón para 2050. Por su naturaleza, los áridos reciclados de hormigón tienen este mortero adherido, que tiene una mayor capacidad de absorber CO₂ que los áridos naturales, lo que empieza a ser una alternativa atractiva de absorción y encapsulación de CO₂. Estos materiales atrapan y transforman el CO₂ en otro compuesto que, además, ayuda a mejorar las propiedades de los áridos reciclados. De esta forma, no sólo se tiene un material que puede absorber una mayor cantidad de CO₂ que un material natural, sino que además mejora las propiedades de estos materiales y, por lo tanto, el comportamiento general del hormigón.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



La importancia del diseño en una construcción carbono neutral

El WEF⁶²  establece cuatro palancas fundamentales para el diseño de una construcción con bajas emisiones de carbono, las que incluyen:



Reducir la huella de carbono de los materiales

Descarbonización del proceso de fabricación: Como hemos visto, se pueden implementar una serie de palancas de descarbonización en el proceso de fabricación de cemento que no afectan las propiedades de los productos finales aparte de su potencial de calentamiento global (GWP, la unidad estándar de medida de las emisiones de carbono). Los ejemplos incluyen el uso de combustibles alternativos y energías renovables y mejoras en la eficiencia. Si bien se implementan en gran medida como proyectos pioneros en su tipo, las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CAC) también son palancas críticas de descarbonización del lado de la producción y son necesarias para descarbonizar completamente la fabricación de cemento y concreto.

Especificación de productos de hormigón con bajas emisiones de carbono: Los arquitectos e ingenieros suelen especificar los materiales que deben utilizarse en los proyectos que diseñan, a veces con el aporte de empresas constructoras y productores de materiales. Especificar productos de concreto con menor PCA (cumpliendo al mismo tiempo los requisitos de seguridad y desempeño técnico) puede marcar una diferencia significativa en las emisiones de un proyecto. El producto más común de este tipo es el cemento mezclado, elaborado con materiales cementosos suplementarios (SCM), lo que reduce el volumen de clinker utilizado. Sin embargo, el uso de SCM en porcentajes elevados generalmente reduce la tasa de ganancia de resistencia del concreto, lo que puede afectar los cronogramas (y los costos) de construcción, un elemento que los ingenieros y las empresas constructoras deben tener en cuenta.

Optimización del volumen de material: La cantidad total de concreto en un proyecto se puede reducir mediante opciones de diseño, como el espaciamiento y el ancho de losas y columnas, y el uso de espacios huecos (aplicables con mayor frecuencia en edificios). Además, la intensidad de carbono y la cantidad de cemento se pueden optimizar para reducir las emisiones. Por ejemplo, el uso de hormigón de mayor resistencia, que a menudo consume más carbono, a veces permite el uso de un volumen menor. Estas compensaciones deben evaluarse caso por caso. Más allá de la fase de diseño, el uso eficiente del cemento y el hormigón durante la construcción también puede reducir el volumen de material utilizado y la huella de carbono asociada.



62. World Economic Forum.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



2

Habilitar la eficiencia térmica

En muchas situaciones, los diseñadores pueden utilizar la alta capacidad térmica del hormigón, es decir, su capacidad para almacenar calor, como parte de una estrategia de calefacción y/o refrigeración para reducir la energía operativa. Esta es una consideración compleja y matizada, ya que las tácticas de diseño que incorporan eficiencia térmica dependen de la geografía, el uso, el diseño ambiental y otros factores.

3

Aumento de la resiliencia estructural y la longevidad

Dado el aumento de fenómenos meteorológicos extremos debido al cambio climático, el hormigón es un material especialmente valioso ya que tiene propiedades inherentes que permiten a los diseñadores ofrecer longevidad y resiliencia con poco o ningún material adicional. La alta densidad y rigidez del concreto lo hacen extremadamente duradero contra la lluvia, inundaciones, humedad, vientos fuertes, heladas, productos químicos y otras amenazas. Por lo tanto, el hormigón se puede utilizar para aumentar la vida útil general de los edificios y la infraestructura y minimizar las reparaciones y el mantenimiento, retrasando o evitando emisiones adicionales del producto y de la etapa de construcción.

4

Diseño para desmontaje

El "diseño para el desmontaje" (DfD) es un enfoque que utiliza técnicas de construcción modular para permitir la reutilización de materiales después de la deconstrucción del edificio. El proceso de planificación del DfD deja claros los planes de reutilización y devolución de materiales desde las primeras etapas de la fase de diseño para maximizar la reutilización de elementos y evitar el desperdicio al final de su vida útil.



CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Relacionado también a la planificación y el diseño de proyectos, el uso de la metodología BIM puede resultar clave a la hora de planificar estrategias que optimicen el uso de los recursos naturales, reduzcan las emisiones de carbono e impulsen el rendimiento de los edificios.

Aporte de BIM (Building Information Modeling) a la construcción sostenible⁶³

1 En primer lugar, BIM se puede utilizar para identificar oportunidades de mejora de la eficiencia energética. Mediante el análisis de datos como la orientación del edificio, la masa térmica y la fuga de la envolvente, BIM puede ayudar a identificar áreas donde se puede reducir significativamente el consumo de energía a través de la disposición de las aberturas y el aislamiento térmico.

4 El modelo también puede ser usado para evaluar la viabilidad de los sistemas de energía renovable, y así determinar si un sitio en particular es adecuado para paneles solares o turbinas eólicas al modelar factores como la exposición solar, la velocidad del viento y la sombra.

2 En segundo lugar, BIM es una gran herramienta a la hora de optimizar la iluminación natural en un edificio. Al simular diferentes diseños y orientaciones de ventanas, se puede encontrar la configuración que admita mayor luz natural y equilibre la absorción de calor solar.

5 BIM facilita el monitoreo del rendimiento de los sistemas de construcción sostenibles después de que se hayan instalado. En ese sentido, puede ayudar a verificar que los edificios sostenibles funcionen según lo previsto mediante el seguimiento del uso de energía, el consumo de agua y la generación de desechos.

3 En tercer lugar, se puede utilizar BIM para seleccionar materiales de construcción con un menor impacto ambiental. Al evaluar la energía incorporada y el potencial de calentamiento global de diferentes materiales, BIM facilita la elección de productos con una huella ecológica más pequeña.

6 Finalmente, a través de la integración con otros componentes, BIM permite una evaluación iterativa de las reducciones de carbono con cada uno de los cambios de diseño.



Para profundizar en herramientas y plataformas de medición de huella de carbono revisar la “Guía para la Gestión de la Huella de Carbono del Ciclo de Vida de la Construcción” (2025) .

63. Fuente: El rol del modelo BIM en la construcción sustentable. 

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Transición hacia prácticas sostenibles: Métodos Modernos de Construcción (MMC)

Bajo el marco nacional, la Construcción Industrializada (CI) se ha posicionado como una de las alternativas a la construcción tradicional, incorporándose como estrategias necesarias para hacer frente a la crisis climática, la baja productividad del sector de la construcción, el déficit habitacional, entre otras. Algunos ejemplos de lo anterior son:



Desde el sector privado

El Consejo de Construcción Industrializada (CCI), nace con el fin de promover industrialización como una estrategia que permita apoyar el desarrollo de la industria de la construcción nacional, propiciando su avance en productividad y sustentabilidad⁶⁴. Es un grupo abierto y convocante que agrupa a diferentes actores del sector público y privado que aportan sus conocimientos para mejorar las técnicas asociadas con la industrialización.

Junto con la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), el CCI enfoca sus esfuerzos en promover el desarrollo de la industria entregando diferentes herramientas al sector, tales como talleres, encuentros, webinar, entre otras.



Desde el sector público

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC), han implementado programas y resoluciones que buscan dar respuesta al déficit habitacional a través de la construcción industrializada, como también el desarrollo de la norma NCh 1744 of. 2023, que define la construcción industrializada y permite consensuar un entendimiento común de los conceptos asociados a esta.



A nivel regional

En el año 2023, surge la iniciativa multisectorial "Biobío Madera", un Programa Estratégico Regional (PER) de Corfo sobre Métodos Modernos de Construcción sostenible en madera, que aborda problemáticas como la descarbonización y circularidad.



64. Fuente: Consejo de Construcción Industrializada (CCI).

CAPÍTULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



1 De lo anterior, se hace fundamental profundizar en el concepto de Métodos Modernos de la Construcción (MMC – Modern Methods of Construction), el cual tiene como principal objetivo hacer más eficiente el uso de recursos para mejorar la productividad y sustentabilidad de los proyectos de edificación e infraestructura abordando todo el ciclo de vida e incorporarlos desde etapas tempranas en los distintos procesos de desarrollo de los proyectos. La adopción de los MMC en los proyectos, permite abordar diversas problemáticas del sector construcción, entregando la capacidad de abordar indicadores tales como costos, generación de residuos, emisiones de CO₂, productividad y seguridad, entre otros⁶⁵. La clasificación actual de los MMC en Chile, fue realizada a partir del estudio de referentes internacionales y ajustada al contexto nacional, incorporando conceptos y terminología local, como también a actores representativos del sector. Los MMC se pueden ordenar de acuerdo a su aporte a la resistencia estructural de la edificación y según el nivel de prefabricación fuera del sitio.

3 Dentro del contexto internacional, otro referente es España, la Asociación Española de Construcción Industrializada (OCH), a través de la Guía de la Construcción Industrializada⁶⁷ define la categorización de los Métodos Modernos Constructivos, materializando un documento que permita ordenar, divulgar, homogeneizar y normalizar los procesos que la industrialización aporta al sector construcción. La OCH divide los MMC en siete categorías ordenadas en relación a la cantidad de horas productivas fuera de sitio y la reducción de residuos en obra.

2 Si bien, en Chile el concepto de MMC ha tomado gran relevancia el último tiempo, este surge de países pioneros en la industrialización, los cuales han adoptado, desarrollado y mejorado estos métodos a lo largo de varias décadas. Dentro de los principales referentes, se encuentra el Reino Unido, el cual desde durante los últimos años avanza en la normalización de los MMC a través del British Standard Institution (BSI) con el fin de aumentar la innovación en la construcción de viviendas. A través de la norma PAS 8700 se definirán los estándares recomendados para utilizar los MMC en viviendas y asegurando procesos de calidad⁶⁶.

4 Tal como se mencionó, la elección del o los MMC permite determinar la capacidad de abordar distintos indicadores y evaluar sus beneficios. En el caso de Reino Unido, a partir del Design for Manufacturing and Assembly (DfMA) y el diseño integrado, logra evidencia de resultados favorables de los MMC en términos de sostenibilidad ambiental, rentabilidad y eficiencia en las obras. En el caso de Chile, el estudio realizado por IDEM y PMG el año 2018⁶⁸ señala que existe un ahorro en los plazos de construcción de entre un 40% y un 75%, y una disminución importante de los residuos de entre 65% y 70%.



65. Fuente: Guía MMC: Introducción a los Métodos Modernos de Construcción (2024). Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTEC). 

66. Fuente: Development of new standards for MMC commissioned by government (2023). Fire Protection Association (FPA). 

67. Fuente: Guía de la Construcción Industrializada (2023). Asociación Española de Construcción Industrializada (OCH). 

68. Guía MMC: Introducción a los Métodos Modernos de Construcción (2024). Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTEC).



CERTIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Como ya se ha mencionado, la industria de la construcción enfrenta desafíos y oportunidades para fortalecer su competitividad en un mercado orientado a la reducción de las emisiones de carbono. Lo anterior, debido a la alta incidencia del sector energético en el ciclo de vida completo de la industria, sector que, como hemos visto, es el de mayor contribución de emisiones a nivel global.

Por esta razón, existe un amplio debate sobre cómo hacer que el entorno construido sea más sostenible. En este contexto, la certificación en sostenibilidad para la edificación ha adquirido importancia a nivel mundial, a raíz de los recientes llamados a garantizar el desarrollo sostenible de las zonas urbanas en expansión. Esta tendencia se debe al hecho de que los edificios son una fuente importante de consumo de energía y emisiones de CO². Por lo tanto, las certificaciones surgen en respuesta a las preocupaciones de sostenibilidad en todo el sector de la construcción.



CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



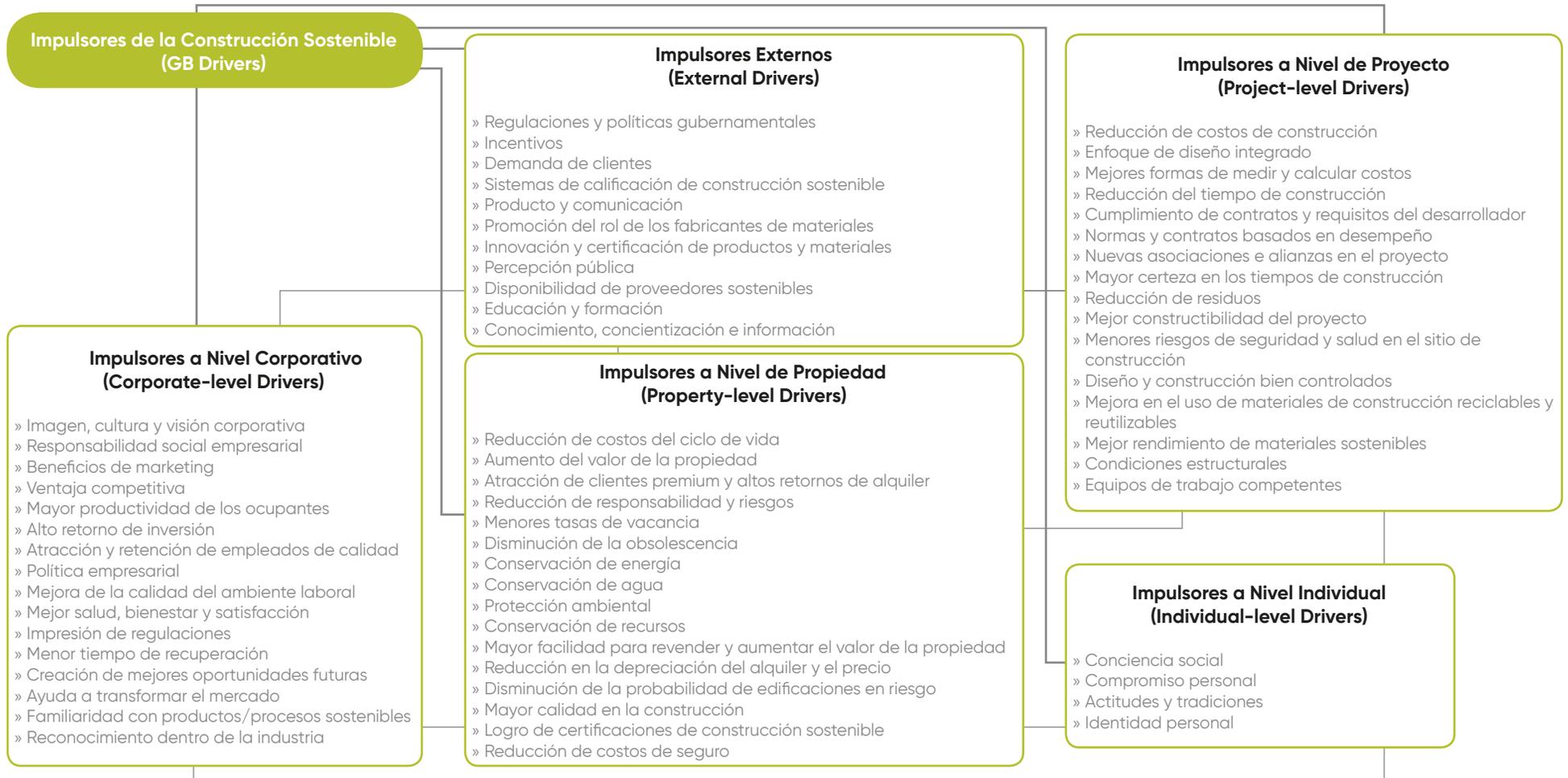
Determinantes de la certificación energética

Respecto de las motivaciones que llevan a los distintos actores a vincularse con la construcción sostenible, Darko et al. (2017)  presentan una completa revisión de la literatura sobre lo que impulsa la adopción de estas prácticas de construcción (GB, por la sigla en inglés de green building) entre las partes interesadas en la construcción. Los autores logran identificar factores transversales para que las partes interesadas busquen desarrollar GB, e identificaron un total de 64 factores a partir de la revisión de 42 estudios empíricos seleccionados. La investigación presenta un marco que comprende cinco categorías principales de impulsores de GB: (i) impulsores externos, tales como las regulaciones normativas y la percepción pública; (ii) impulsores a nivel corporativo (desarrolladores), tales como mejora en la imagen corporativa, ventajas competitivas, mayores retornos de la inversión; (iii) impulsores a nivel de proyecto (constructor), tales como reducción de costos y plazos de construcción, reducción de residuos; (iv) impulsores a nivel de propiedad (propietarios), tales como reducción de costos bajo la perspectiva de ciclo de vida, plusvalía de la propiedad, menores tasas de vacancia; e (v) impulsores a nivel individual (usuarios y actores en general), tales como imperativos morales y conciencia social. Los autores concluyen que, si bien hay espacio para investigaciones más detalladas sobre los drivers de GB en los países desarrollados, existe mucho más espacio en los países en desarrollo.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Marco conceptual de drivers de la construcción sostenible



Fuente
Darko et al. (2017)

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



La adopción de diseños y tecnologías sostenibles en los edificios, que pueden mitigar los impactos negativos sobre el medio ambiente, ha sido reconocida como un paso clave hacia el desarrollo sostenible global. Además del desarrollo tecnológico, la viabilidad económica desempeña un papel fundamental a la hora de estimular el diseño, la construcción y el uso de este tipo de edificaciones. En esta línea, Zhang et al. (2018)  proporcionan una revisión exhaustiva de estudios recientes sobre la viabilidad económica de construir de forma sostenible, incluidos análisis de costo-beneficio desde la perspectiva del ciclo de vida de la construcción y desde la perspectiva de los principales participantes del mercado.

Principales enfoques de investigación sobre la economía de los edificios sostenible



Legend

From the perspective of building life cycle: ■ Costs ■ Benefits

From the perspective of market participants: -●- Costs -●+ Benefits

Fuente
Zhang et al. (2018) 

CAPITULO 2: ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

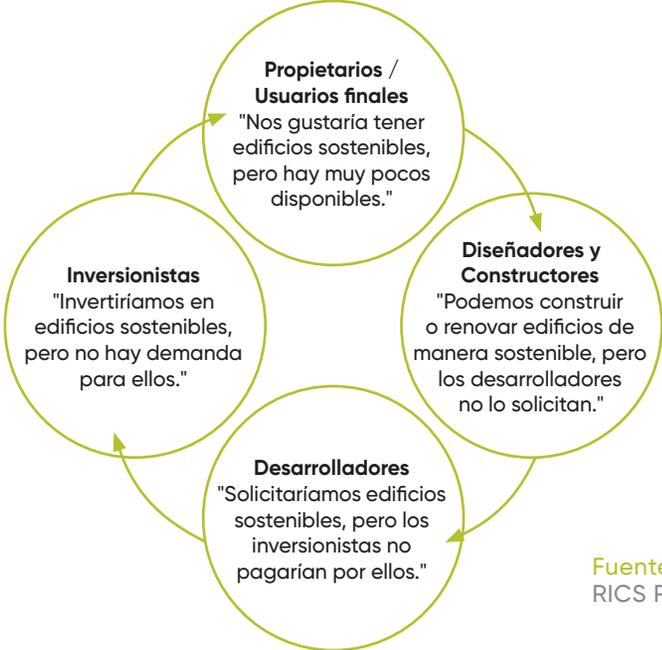


Los autores concluyen que, si bien es más probable que construir de forma sostenible se considere rentable desde la perspectiva del ciclo de vida del edificio, la viabilidad económica, desde la perspectiva de los desarrolladores y ocupantes, sigue sin estar clara, debido a factores de información, comportamiento y políticas. Esta discrepancia en los resultados respecto de la viabilidad económica es una de las principales razones de la lenta proliferación de edificios sostenibles, aparentemente rentables, en la mayoría de las economías.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Círculo vicioso que limita la construcción sostenible



Fuente
RICS Research (2008)

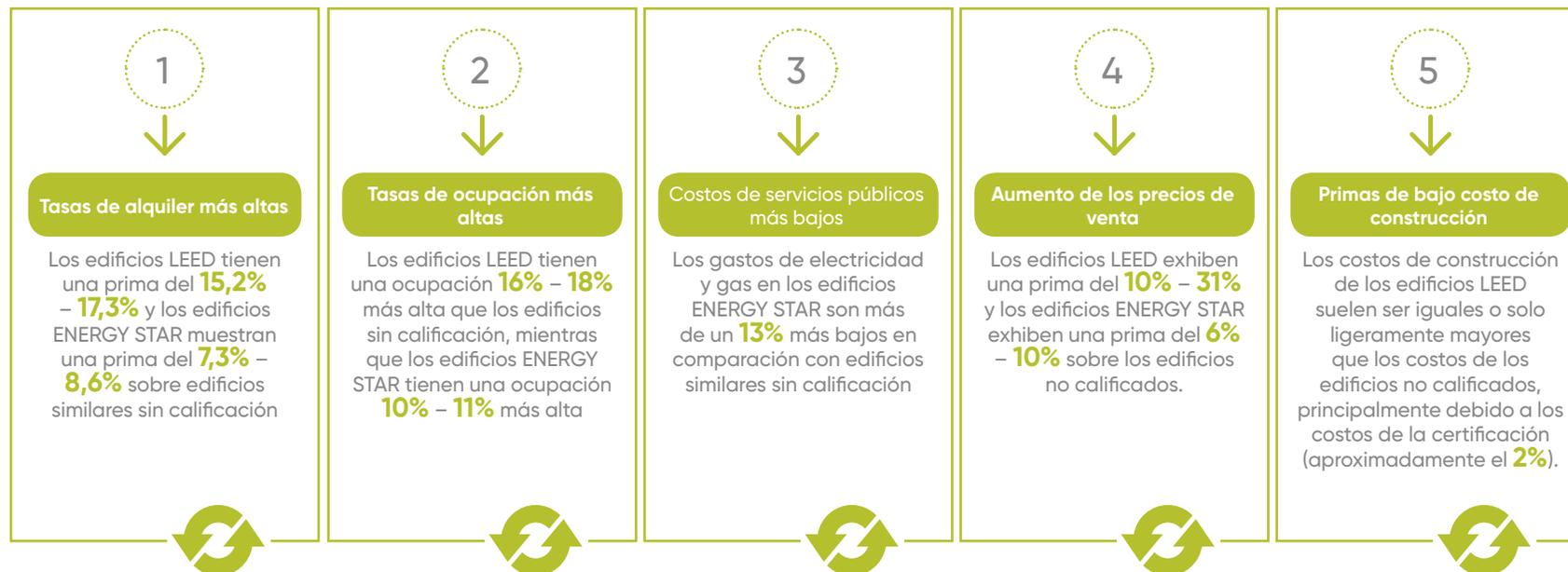
A partir de lo anterior, se hace esencial relevar la evidencia empírica sobre los impactos económicos y financieros de una construcción sostenible y de la certificación energética en este sector, y que los actores de este mercado estén al tanto de los beneficios que éstas conllevan. A continuación, se presenta una breve revisión de la evidencia internacional asociada a esta temática.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Evidencia internacional del impacto de las certificaciones

A modo de compilado de la evidencia empírica reciente, en 2015 el Departamento de Energía de EE.UU.⁶⁹ realizó una revisión de estudios que analizaban si las certificaciones en eficiencia energética en la construcción tenían algún impacto financiero. Los estudios analizaron miles de edificios en todo el país, y encontraron que los edificios con certificaciones LEED y ENERGY STAR tienen:



79. U.S. Department of Energy (2015).

CAPÍTULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

En esta misma línea, Leskinen et al. (2020)  hacen una revisión de los estudios sobre el impacto de los certificados de sostenibilidad en los flujos de efectivo y los valores de las propiedades, particularmente desde la perspectiva de los inversores inmobiliarios. El estudio utiliza flujos de efectivo descontados (DCF, por su sigla en inglés), un método de valoración de propiedades ampliamente utilizado en propiedades generadoras de ingresos, como marco metodológico. En su investigación se identificaron, categorizaron y analizaron más de 70 estudios revisados por pares en el marco del DCF. Los estudios revisados indicaron que los certificados podrían aumentar los ingresos por alquiler y disminuir los gastos operativos, la desocupación y los riesgos asociados al negocio. A su vez, estas mejoras deberían conducir a un aumento del valor de la propiedad. Los autores también mencionan que el número de estudios ha crecido rápidamente durante la década de 2010 y que, recientemente, los estudios se han desarrollado

desde evaluaciones a nivel de activos hasta evaluaciones a nivel de cartera. Si bien los estudios revisados encontraron que la certificación era beneficiosa, la gama de beneficios informados fue amplia y más de la mitad de los estudios se concentraron en los mercados de bienes raíces comerciales de EE.UU., con un fuerte enfoque en los certificados LEED y ENERGY STAR. En resumen, según los resultados de este estudio, las certificaciones probablemente beneficien financieramente a los inversores inmobiliarios, ya que la mayoría de los trabajos de investigación encontraron una relación positiva entre las certificaciones y los flujos de efectivo y los valores de las propiedades. Finalmente, los autores concluyen que lograr que los valores de las propiedades reflejen plenamente el desempeño ambiental de éstas sería clave para motivar a los principales inversores a adoptar características de propiedad sostenibles.



CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Por otro lado, WorldGBC (2021)⁷⁰ en su informe "Beyond The Business Case" hace una revisión de las oportunidades económicas, la mitigación de riesgos y el valor social de las construcciones sostenibles, proporcionando beneficios de invertir en ellos, tanto desde el punto de vista financiero como social, respaldadas por investigaciones y análisis de estudios de casos innovadores. Tal como lo señala el informe, los edificios e infraestructuras sostenibles proporcionan un menor riesgo de sufrir daños físicos y tensiones sistemáticas de los eventos climáticos implicando una reducción en los gastos operativos, pudiendo alcanzar un 13% de reducción de gastos en edificaciones nuevas y un 9% en edificaciones existentes; además, las oportunidades de circularidad como estrategia de diseño en los edificios e infraestructura sostenible permiten reducir los costos de construcción, los proyectos han exhibido ahorros significativos al acelerar los plazos del proyecto entre un 20% y un 50%. Sumado a lo anterior, los estudios predicen una duplicación de la demanda mundial de este tipo de construcciones, por lo que existe un mayor valor de estos activos y deseabilidad, además, los mercados financieros están cada vez más dispuestos a orientar sus inversiones a proyectos sostenibles, por lo que este tipo de edificios se han convertido en uno de los activos claves para el mercado de bonos verdes.

En lo más reciente, la CBRE⁷¹ (2022) analiza una base de 20.000 edificios de oficinas de EE. UU., encontrando que el alquiler promedio de aquellos edificios de oficinas con certificación LEED, que denota un alto grado de eficiencia energética y capacidad de respuesta ambiental, es un 31% más alto que el de los edificios sin certificación LEED. Cuando se tienen en cuenta los efectos de la ubicación del edificio, la antigüedad y el historial de renovación de un edificio, los edificios con certificación LEED aún tienen una prima de alquiler promedio de 4%; sin embargo, desde el inicio de la pandemia de COVID-19, esta prima ha caído a sólo 3%. Así, la designación LEED proporcionaría una prima de alquiler mayor para los edificios de oficinas Clase B y les permite evitar sufrir un "descuento marrón", que podría obstaculizar los esfuerzos de arrendamiento. Finalmente, estos promedios de primas de alquiler también se aplican a la certificación ENERGY STAR.

70. WorldGBC, organización sin fines de lucro y una red global de "Green Building Councils".

71. CB Richard Ellis, compañía estadounidense líder mundial en servicios e inversiones de bienes raíces comerciales.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Más allá de los determinantes económicos

Muchas veces a los gobiernos les resulta difícil adoptar normativas determinantes en el ámbito de construcción residencial que requieran mejoras de eficiencia energética, más allá de aquellas con un retorno de inversión razonable. Por lo tanto, las consideraciones económicas inhiben el progreso hacia un parque de viviendas más eficientes desde el punto de vista energético, que podrían representar ahorros directos en los servicios públicos. Una solución ampliamente discutida es mirar más allá de los costos de energía y considerar otros impactos de las estrategias de ahorro de energía que afectan su atractivo financiero. En esta línea, Baniassadi et al. (2022)  analizan el caso de un proyecto de vivienda pública en Phoenix, AZ, utilizando varias herramientas para calcular diferentes métricas económicas, ambientales y de salud asociadas con los tres niveles de eficiencia energética. Sus resultados muestran que, si bien el retorno calculado a partir de los costos directos de energía puede no ser atractivo, se deberían considerar otros tipos de ahorros. Los autores demuestran que los costos evitados en salud y clima podrían sumar alrededor del 40% de los ahorros directos en servicios públicos. Además, los autores cuantifican cómo las estrategias de ahorro de energía pueden enfriar el vecindario, hacer que los edificios sean más resistentes al calor, mejorar la calidad del aire interior y reducir la transmisión de enfermedades transmitidas por el aire, beneficios que podrían traducirse en ahorros de costos futuros.



CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Desafíos para el Modelo de Negocios

Si bien muchos estudios han demostrado que las “primas de precios verdes” acompañan el desarrollo de edificios sostenibles, todavía existen dudas significativas entre los actores del mercado en cuanto a la viabilidad financiera de las inversiones en eficiencia energética. Deng y Wu (2014)  examinan esta arista desde la perspectiva de los desarrolladores basándose en datos del sistema Green Mark (GM) de Singapur, que se introdujo en 2005 para evaluar la sostenibilidad y la eficiencia energética de los edificios. Los autores encuentran que la “prima de precio verde” de los desarrollos residenciales surge en gran medida durante la fase de reventa, en relación con la etapa de preventa. La prima de mercado de las unidades calificadas por GM es de aproximadamente el 10% en la etapa de reventa, en comparación con aproximadamente el 4% durante la etapa de preventa. Esto implica que, si bien los desarrolladores pagan casi todos los costos adicionales de la eficiencia energética durante la construcción, sólo comparten parte de los beneficios asociados con dichas inversiones. En ese sentido, no se encuentra evidencia de que el desarrollo de viviendas sostenibles pueda mejorar inmediata y significativamente el desempeño financiero corporativo de los desarrolladores residenciales de Singapur. Estos resultados proporcionan la primera evidencia del desajuste que enfrentan los desarrolladores entre los desembolsos y los beneficios en el sector de la construcción residencial sostenible. Este desajuste podría estar impidiendo un mayor desarrollo de este tipo de propiedades residenciales. En ese sentido, los autores concluyen que se debe alentar a los mercados inmobiliarios emergentes de bienes raíces sostenibles a introducir acuerdos comerciales innovadores y productos financieros que permitan a los desarrolladores residenciales capturar los beneficios futuros asociados con este tipo de propiedades.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



En esa línea, Uğur y Leblebici (2018)¹² realizan un análisis del costo–beneficio y del período de recuperación de la inversión de dos edificios sostenibles ubicados en Turquía. En este contexto, se estudiaron dos edificios en las categorías de oro y platino según el sistema de certificación LEED para presentar los gastos reales causados por la ecologización. Para edificios con certificación de oro y platino, respectivamente, se encontró que el costo de construcción adicional fue de 7,4% y 9,4%, la participación de los costos indirectos (soft costs) en el costo total de construcción fue de 0,8% y 1,3%, la reducción en el costo de consumo de energía anual se determinó como 31% y 40%, mientras que el período de recuperación del costo de construcción se calculó en 0,4 y 2,6 años.

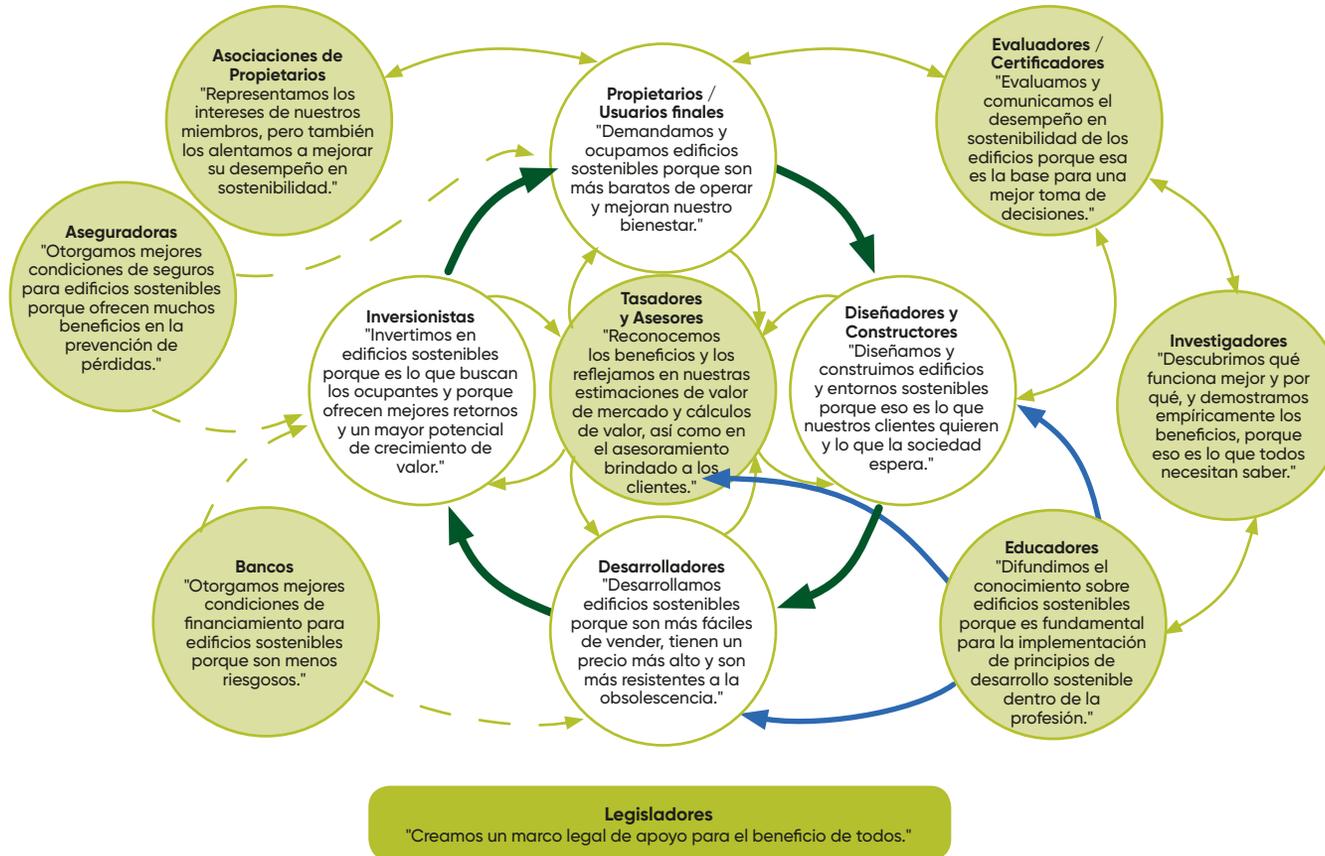
Esto puede ser una oportunidad para el modelo de renta inmobiliaria.



CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Círculo virtuosos que promueve la construcción sostenible



Fuente
RICS Research (2008)

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

Evidencia para Chile

Como hemos visto en las secciones anteriores, las investigaciones sobre el cambio climático sugieren que pequeñas mejoras en la sostenibilidad de los edificios pueden tener grandes efectos en las emisiones de gases de efecto invernadero y en la eficiencia energética de estos.

En lo más reciente, CNEP (2020) [↗](#) presenta el paradigma de la construcción de edificaciones sostenibles como el marco de referencia a seguir. Esta afirmación se cimienta en la evidencia presentada, la cual da cuenta que desarrollar proyectos sostenibles no es necesariamente más caro que desarrollar proyectos convencionales, con variaciones de costos que se encuentran entre 0,42% y 12,5%. Estas estimaciones contrastan con las percepciones de muchos profesionales que estiman estos costos extra entre 10% y 29%, lo que abre la oportunidad a políticas públicas que aborden asimetrías de información y sesgos cognitivos en el sector.





EL CASO DE NEGOCIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE⁷²

Invertir en edificios con certificación de construcción sostenible, ya sean viviendas unifamiliares, complejos de apartamentos, edificios de oficinas o instalaciones industriales, tiene incentivos comerciales para una amplia variedad de partes interesadas. IFC (2019)⁷² sistematiza la evidencia disponible del caso de negocios para cuatro grupos principales de partes interesadas: inversionistas e intermediarios financieros, desarrolladores, propietarios y gobiernos. Estos actores poseen y financian una gran proporción de bienes raíces en los mercados emergentes y pueden beneficiarse significativamente al trasladar sus carteras a edificios sostenibles.

La mayor parte de la evidencia sobre los beneficios de los edificios sostenibles proviene de estudios centrados en los mercados desarrollados. Sin embargo, la experiencia operativa y de inversión de IFC, combinada con evidencia casuística, apunta a beneficios similares en los mercados emergentes⁷³.

72. Basado en IFC (2019). Green Buildings. A Finance and Policy Blueprint for Emerging Markets.⁷²

73. El tipo y grado de beneficios inherentes a la construcción sostenible pueden diferir dependiendo de distintos factores, tales como las condiciones climáticas de las diferentes regiones. Actualmente, IFC, con el apoyo financiero del gobierno de Reino Unido, está levantando la evidencia necesaria para construir el caso de negocios integral para los edificios sostenibles en los mercados emergentes y atraer financiamiento público y privado sustancial para este tipo de construcción.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Los estudios y la evidencia en varios mercados sugieren que construir de manera sostenible podría variar desde un ahorro del 0,5% al 12% en costos adicionales. Esto, debido a que los edificios sostenibles son más eficientes que los edificios tradicionales y pueden reducir los costos operativos, aumentar los ingresos y reducir la exposición a los impactos y riesgos físicos que implican la transición por el fenómeno de cambio climático. Estos factores pueden aumentar la valoración de los edificios sostenibles, convirtiéndolos en activos crediticios más sólidos y que constituyen mejores garantías.

Además, los desarrolladores inmobiliarios con un enfoque sostenible pueden beneficiarse de incentivos fiscales, procesos de obtención de permisos acelerados y bonificaciones de densidad (norma), como permisos para construir pisos adicionales más allá del límite habitual para los edificios convencionales, que los responsables de las políticas están implementando para incentivar este tipo de construcción. A su vez, estos edificios pueden generar mayores ingresos mediante alquileres más altos, mejores tasas de ocupación y precios de venta más altos. Como propietarios de edificios, a medida que compradores e inquilinos sean más conscientes de los beneficios financieros de los edificios sostenibles, los desarrolladores de este tipo de propiedades se beneficiarán de una mayor demanda y una creciente participación de mercado.

Impulsores de rentabilidad para los edificios verdes



Oportunidades de acceso a financiamiento verde internacional / local



Minimizar el costo adicional planeando el diseño con tiempo



Mejores ventas diferenciando los proyectos en el mercado



Ahorros en costos operativos para propietarios e inquilinos



Incentivos gubernamentales

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Aumenta ventaja competitiva en el mercado, resultando costo-efectivo si se consideran estrategias de eficiencia desde la etapa del diseño



COSTO INCREMENTAL MINIMIZADO A TRAVÉS DE LA PLANIFICACIÓN TEMPRANA

PERCEPCIÓN: Altos costos incrementales entre 20-30%

REALIDAD: Menos del 1% del costo total

IHS South Africa	Menos del 1% del costo total
VINTE México	Cerca del 1% del costo total
CIPUTRA Indonesia	4.7% del costo total
CAPITAL HOUSE Vietnam	1% del costo total

De acuerdo con IFC, los edificios sostenibles cuestan cerca de 3% más, teniendo un retorno financiero de cerca de 3 años. Esto se puede llevar a casos de negocios para las diferentes partes interesadas.

Fuente

IFC (2019) e IFC: Certificación EDGE y el caso de negocio de los edificios verdes.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

Los costos operativos reducidos y los mayores ingresos son sólo parte de los atributos de este tipo de construcciones. La alta eficiencia de los recursos de los edificios sostenibles (agua, residuos y energía) puede ayudar a gestionar la transición y algunos riesgos que plantea el cambio climático, como el aumento de los precios y la demanda de energía, la escasez y las restricciones de uso del agua, el aumento de las responsabilidades normativas y el aumento de los riesgos reputacionales, y una mayor vulnerabilidad a las temperaturas extremas.

Además de estos riesgos de transición, los edificios están expuestos a riesgos físicos asociados con el cambio climático. Posiblemente, los cambios de temperatura alterarán las demandas de climatización (calefacción y refrigeración), y los edificios sostenibles estarán mejor posicionados para minimizar el impacto consiguiente en los costos operativos.

Por todo lo anterior, los edificios sostenibles pueden funcionar como activos de cobertura en cartera de riesgo de activos variados. Así también, pueden tener un mayor acceso al financiamiento, a medida que los prestamistas empiecen a evaluar la eficiencia de los nuevos activos inmobiliarios, en el sentido de evitar el deterioro del valor de sus carteras inmobiliarias y de una menor tasa de préstamos morosos. Los costos operativos más bajos, el aumento de los ingresos y la menor exposición a los riesgos climáticos, hacen de los edificios sostenibles una clase de activos de buen rendimiento para que los inversionistas y financistas, desarrolladores, propietarios y gobiernos, los tengan en sus carteras. Así, este tipo de edificaciones pueden representar un activo de mayor valor y menor riesgo.



CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Otros factores que pueden aumentar la valoración de las propiedades con un enfoque sostenible son tasas de ocupación más altas, mayores ingresos por alquiler y mayores ahorros potenciales al no tener que pagar futuros impuestos al carbono o multas por incumplimiento de las emisiones o de los estándares de construcción. El siguiente Cuadro proporciona un ejemplo de cómo los atributos sostenibles de un edificio se podrían internalizar en el modelo de valoración de capitalización de ingresos. A medida que crece el mercado de edificios sostenibles, también crece la importancia de garantizar que las características de sostenibilidad y los beneficios comerciales de los edificios sostenibles se internalicen y valoren adecuadamente para beneficiar al propietario, los inversionistas y los financistas. Así, los inversores y financistas pueden desarrollar e implementar enfoques para reflejar la valoración de este tipo de propiedades en sus modelos financieros

Capitalización de ingresos de edificios sostenibles



Ingresos Brutos	Alquileres más altos
- Vacancia	Vacancias bajas vs el mercado
<hr/>	
Ingresos efectivos	Aumento de los ingresos
De operación	Cuentas de servicios más bajas, mantenimiento, reservas
<hr/>	
Ingreso neto de operación	Aumento del ingreso neto de operación
Ingreso Neto de Operación / Tasa de capitalización - Valor	Tasa de capitalización baja

Fuente
IFC (2019).

*Income capitalizations shown for simplicity. An appraisal using a discounted cash flow model is likely to redirect similar performance adjustments.
Source: Institute for Market Transformation. Appraisal Institute (2013). Green Building and Property Value: A Primer for Building Owners and Developers, Available at: https://www.appraisalinstitute.org/assets/1/7/Green-Building-and-Property_Value.pdf.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Ahora bien, se requiere el desarrollo de un estándar ampliamente aceptado para la valoración de estas propiedades, que pueda ayudar a dirigir el financiamiento hacia bienes inmuebles con atributos sostenibles.

Los menores costos operativos debido al ahorro de energía son un factor clave para fortalecer el perfil de riesgo crediticio de los edificios y prestatarios sostenibles. Por ejemplo, los bancos de Estados Unidos y Europa exhiben tasas de impago de hasta un 33% menor por parte de los compradores de viviendas con estos atributos. Esto se debe en parte a que los propietarios de viviendas sostenibles, al pagar facturas de servicios públicos más bajas, pueden destinar una mayor parte de sus ingresos a pagos hipotecarios. En Estados Unidos, los propietarios de edificios sostenibles reportan un aumento del 7% en el valor de los activos debido a un precio de reventa más alto que el de las casas construidas convencionalmente, lo que los convierte en mejores garantías.

A su vez, los desarrolladores de propiedades sostenibles representan un mejor perfil de riesgo crediticio, debido a ventas más rápidas y primas de venta más altas de estos edificios. Los bancos de los mercados emergentes tendrían el espacio para compartir una parte de sus mayores ingresos con los desarrolladores, ofreciéndoles una variedad de incentivos financieros para fomentar la construcción sostenible y construir su cartera de este tipo de propiedades para financiar. A su vez, los bancos se podrían beneficiar al poseer una cartera de activos sostenibles con mayor valor y menor riesgo.

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR

En ese sentido, la creación de una cartera de edificios sostenibles abre el acceso de financieristas y desarrolladores a nuevas fuentes de capital a través de bonos verdes, líneas de crédito verdes, titulaciones verdes y fondos de impacto que apuntan a generar resultados ambientales y sociales positivos junto con retornos financieros. Los bonos verdes inyectan liquidez y diversifican las fuentes de financiación de los bancos y los promotores al conectarlos con nuevos inversores, lo que potencialmente reduce los costos de financiamiento. Los ingresos de los bonos y préstamos verdes se pueden utilizar para financiar edificios sostenibles certificados con estándares aceptados internacionalmente. Según la Iniciativa de Bonos Climáticos ⁷⁴, en 2018 el 13% de los fondos de los bonos verdes se destinó a edificios sostenibles en los mercados emergentes.

Por último, los edificios sostenibles aportan una serie de beneficios financieros, sociales y ambientales para toda la economía. Pueden ayudar a fortalecer la seguridad hídrica y energética de los países y las ciudades al reducir la demanda y, por tanto, la necesidad de importar energía. En términos más generales, pueden desempeñar un papel importante para ayudar a los países a cumplir sus compromisos definidos en sus NDC para reducir las emisiones. Se espera también que el cumplimiento de esta trayectoria de crecimiento en la edificación sostenible tenga como resultado un crecimiento neto del empleo, con la creación de 9 millones de empleos calificados en energías renovables y construcción para 2030 en todo el mundo. Debido a los vínculos económicos entre sectores, los empleos en la manufactura, los servicios y la gestión de residuos también crecerían.



74. Climate Bonds Initiative (2018). Green Bonds. The State of the Market. 

CAPITULO 3: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS AL CARBONO INCORPORADO Y OPERACIONAL DEL SECTOR



Una arista importante son los gobiernos, que poseen, operan y ocupan una porción no despreciable de los bienes inmuebles, incluidos edificios de oficinas gubernamentales, escuelas, hospitales, viviendas para personas de bajos ingresos y propiedades comerciales. Por ejemplo, según algunas estimaciones, el gobierno de Estados Unidos posee alrededor del 15% de los bienes inmuebles comerciales del país. En ese sentido, un ahorro del 20% en energía y agua en los edificios de propiedad gubernamental, reduciría las facturas de servicios públicos, liberando fondos fiscales para áreas prioritarias de desarrollo que permitan mejorar la vida de los ciudadanos. Además, la vivienda social sostenible permitiría a sus habitantes de bajos ingresos ahorrar en sus facturas de servicios públicos, reduciendo así los subsidios relacionados con los servicios públicos proporcionados por los gobiernos.

Finalmente, los edificios sostenibles también podrían fortalecer la base de ingresos fiscales locales. Muchos municipios recaudan impuestos sobre las ganancias de las empresas locales, y a medida que las empresas locales retengan una mayor proporción de sus ganancias, debido a la reducción de los costos operativos, los ingresos fiscales de estos gobiernos locales podrían aumentar.





**CAPÍTULO 4:
ASPECTOS DE
FINANCIAMIENTO
ASOCIADOS A LA
DESCARBONIZACIÓN DEL
SECTOR CONSTRUCCIÓN**

CAPÍTULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Este capítulo resume los principales conceptos de financiamiento asociados a obras desarrolladas, tomando en cuenta soluciones basadas en la descarbonización del sector. Lo anterior, ha ido avanzando de manera importante desde la última revisión realizada en 2019. A nivel mundial, numerosos instrumentos financieros han ido aumentando su participación, a la vez que la cuantiosa demanda por estos recursos se ha ido afinando hacia donde generarían un mayor impacto respecto de la reducción de emisiones en el tiempo, para así generar la transición hacia la construcción “verde” con una trayectoria clara en el tiempo, en línea con las NDCs tomadas como compromiso por los países hacia 2035.

Sin embargo, aún existen desafíos pendientes. En particular, aprovechar las oportunidades de inversión que generan las construcciones sostenibles en los mercados emergentes. De hecho, de los US\$ 230.000 millones emitidos en deuda para financiar esta tipología de proyectos en 2021, sólo 10% corresponde a aquella originada en mercados emergentes (IFC, 2023). Este capítulo revisa como han ido evolucionando distintos instrumentos financieros asociados a la descarbonización del sector construcción y su orden de magnitud, para luego analizar requerimientos de inversión en esta materia asociados al cumplimiento de ciertas medidas por parte del sector.



CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

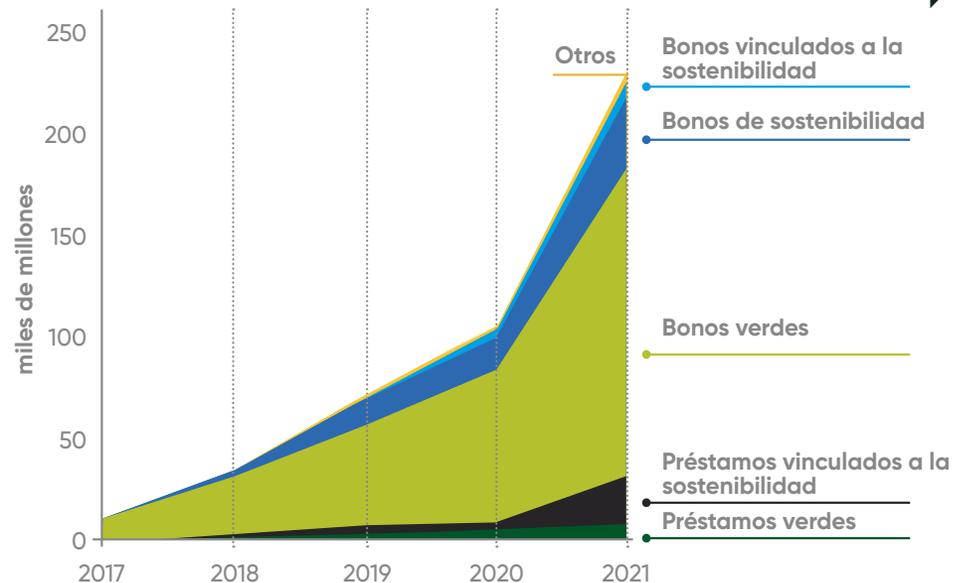


FINANCIAMIENTO VERDE PARA LA CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO

Instrumentos disponibles y capital movilizado en el mundo

Como se mencionó anteriormente, entre 2017 y 2021 la deuda privada destinada a financiar proyectos de construcción sostenible ha aumentado sustancialmente, desde alrededor de US\$ 10.000 millones hasta cerca de US\$ 230.000 millones en 2021, expandiendo su flujo casi 20 veces en el período de tiempo bajo análisis. Lo anterior, materializándose especialmente vía instrumentos de financiamiento del tipo Bonos Verdes⁷⁵, como lo muestra la siguiente figura.

Evolutivo instrumentos de deuda orientados a construcción sostenible



Fuente IFC.

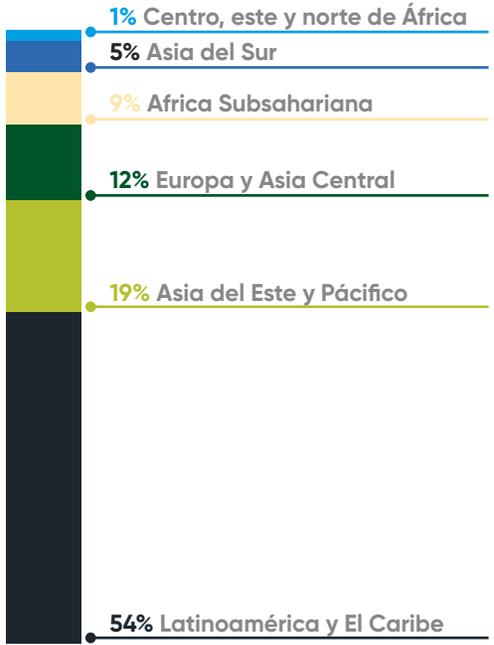
75. Para mayor detalle sobre las definiciones y nomenclaturas, ver Glosario

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Sin embargo, del total emitido, sólo 10% corresponde a economías emergentes, mientras que el 90% restante es originado principalmente en Países Desarrollados y China. De esta manera, quedan de manifiesto los desafíos en esta materia en cuanto a generar los incentivos y las políticas necesarias para que la construcción sostenible sea una oportunidad de negocios concreta en estos países. En cuanto a Latinoamérica y su posición dentro del grupo de emergentes⁷⁶, ésta concentra más del 50% del total de deuda emitida entre 2017–2021, aumentando sustancialmente su participación en el tiempo y enfocándose especialmente en préstamos asociados al cumplimiento de criterios ESG.

76. Excluyendo China.

Emisión de deuda asociada a la descarbonización de la cadena de valor de la construcción



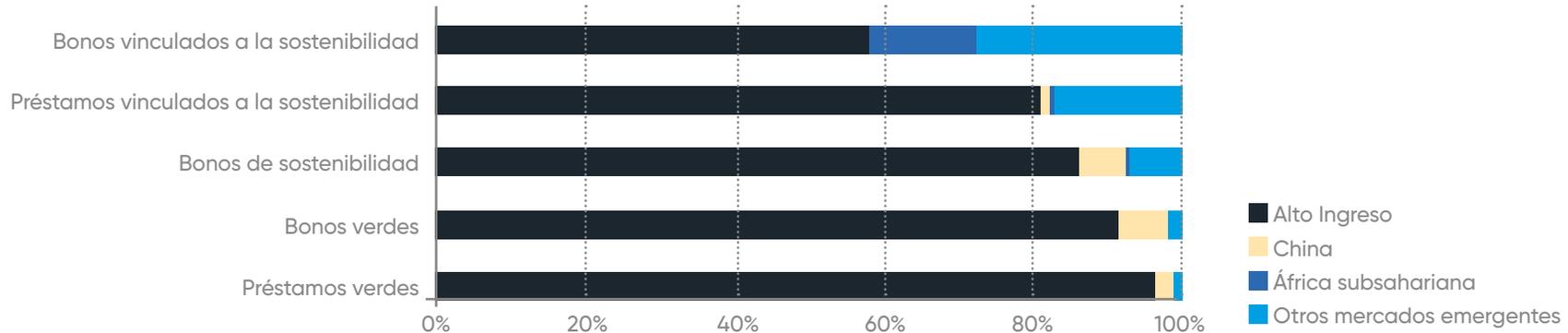
Fuente IFC.



CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Instrumentos financieros emitidos por región y tipo



Fuente
IFC.

Existen múltiples factores detrás del escaso uso de este tipo de instrumentos en las economías emergentes. La mayoría de ellos relacionados con fallas de mercado, tanto en el sector financiero como en la totalidad de la cadena de valor de la construcción. La sobre fragmentación de esta última, aspectos regulatorios demasiado localizados y asimetrías de información entre segmentos de la cadena de valor y los policymakers pueden ser algunos factores que limitan el financiamiento disponible como para desarrollar la construcción sostenible, especialmente en países de bajos ingresos. Por otro lado, el gran número de agentes presentes (inversionistas, desarrolladores, dueños, productores de materiales, arquitectos y otros profesionales, entre otros) –los cuales poseen incentivos distintos–, hace muy difícil la identificación de oportunidades de negocio en la construcción sostenible, especialmente ante la ausencia de regulación y estándares asociados con esto. Otra cosa muy importante es el nivel de informalidad que exista en la industria, especialmente importante para el caso de restricciones al financiamiento por parte de pequeños y medianos desarrolladores. Esto, debido a que impacta directamente la oferta de trabajo con las competencias y habilidades necesarias como para desarrollar las técnicas necesarias para construir sostenible.

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Por otro lado, existen aspectos relacionados con la correcta valorización de este tipo de activos, en cuanto no estén reflejados los reales beneficios y costos de este tipo de inversiones. Por ejemplo, la construcción con características o ciertos atributos sostenibles podrían ser relativamente más costosos que inversiones similares sin esas características, los cuales no poseen valorizadas las externalidades negativas generadas en su evaluación privada, especialmente en materia de emisión en fases operacionales y en la elaboración de los insumos correspondientes. Esto impacta finalmente la decisión de inversionistas y/o consumidores sobre las preferencias y la asignación de recursos correspondientes. De hecho, el pagar un sobre costo de 1%–5% por sobre soluciones constructivas tradicionales podría desincentivar la adquisición de activos sostenibles.

Profundizando en este aspecto, la existencia de información limitada respecto de las tasas de retorno y los beneficios monetarios de portafolios de inversión verde reducen la capitalización de la construcción sostenible. El riesgo climático, definido como las pérdidas económicas generadas por desastres naturales, tiende a estar subvalorado por parte del mercado financiero. Esto es extremadamente importante en un país como el nuestro, en cuanto al relativo nivel de exposición que posee ante eventos adversos causados por el cambio climático.



Sobre costo 1% - 5%

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Requerimientos de inversión asociados a la descarbonización del sector

Simulando una trayectoria de descarbonización del sector asociada a distintos escenarios para el período 2022–2035, tenemos que, en el caso de cumplir con todas las NDCs acordadas a la fecha por los países y la introducción paulatina de nuevas tecnologías que estarían disponibles en los próximos años, las emisiones de la cadena de valor de la construcción podrían declinar en 13%.

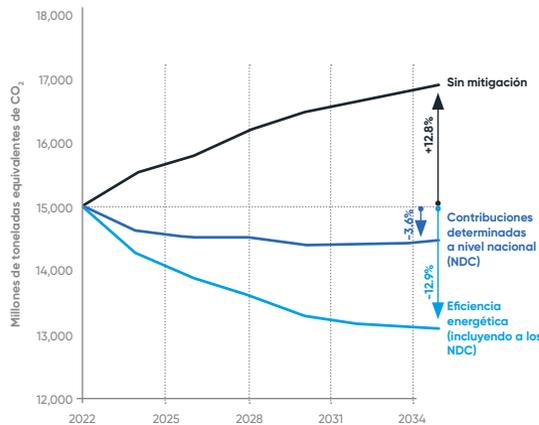


Figura
Trayectoria de emisiones para el sector construcción en base a distintos escenarios

Lo anterior, implicaría una cantidad de inversiones no menor, especialmente en materia de electrificación del parque construido con energías limpias y la adopción de técnicas y tecnologías tanto en la generación de insumos utilizados como en los nuevos proyectos a desarrollar por parte del sector. Esto se estima en alrededor de US\$ 3,5 billones⁷⁷ a desembolsar en el período 2022–2035, es decir, US\$ 250.000 millones anuales, de los cuales 43% serían asociados directamente a economías emergentes. Como se mencionó anteriormente, 75% correspondería al refaccionamiento energético de lo construido y el desarrollo de nuevos edificios con estándares asociados a un menor consumo energético e hídrico, una gestión de desechos menos contaminante y el uso de materiales menos intensivos en carbono. El aumento creciente en la oferta de esto último en el tiempo por parte del sector tomaría 20% de los requerimientos, mientras que el 5% restante sería destinado a servicios ambientales adyacentes a la operación de los sitios de construcción.

Si bien la mayoría de estos recursos serían invertidos en Países Desarrollados y China (casi 95%), cerca de la mitad de los US\$ 160.000 millones restantes serían localizados en Latinoamérica. Acorde con la tipología de edificación, gran parte de estas necesidades están focalizadas en el sector residencial, específicamente en el desarrollo de soluciones habitacionales unifamiliares independientes, en línea con que el grueso de las inversiones se focalizaría en el sector residencial



77. Nomenclatura en español (millón de millones).

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Necesidades de inversión por región y tipo de edificación US Billones

	Europa y Asia Central	África subsahariana	Medio oriente y norte de África	Latinoamérica y El Caribe	Asia Pacifico Oriental	Asia del Sur	Total
Oficina	0.4	0.5	0.5	1.1	0.4	0.7	3.6
Ventas mayores	0.8	0.4	0.4	1.2	0.4	1.0	4.3
Educación	1.0	1.1	0.8	3.4	0.4	0.6	7.3
Salud	0.4	0.4	0.5	0.8	0.1	0.2	2.4
Hoteles y restaurantes	0.3	0.1	0.2	0.7	0.2	0.4	1.8
Institucional	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.2	1.5
Ventas menores	0.2	0.3	0.2	0.5	0.1	0.2	1.5
Total comercial	3.4	3.0	3.0	8.1	1.7	3.2	22.4
Vivienda unifamiliar aislada	10.4	8.1	8.9	47.9	5.8	12.8	94.0
Vivienda multifamiliar	3.9	1.3	3.0	20.7	5.4	9.4	43.6
Total residencial	14.3	9.4	12.0	68.6	11.2	22.2	138
Total	17.6	12.4	14.9	76.7	12.9	25.4	160

Notes

Investment in materials and construction services are already embedded in the investment by type of building and structure. The coloring is comparing building types within a region. Within a region, the building type with the highest value has the brightest blue color. These forecasts differ from the estimates presented in IFC, 2019 because the model used in this report considers the dynamic effects of investments in green buildings on investment in conventional alternatives as well as the effects of the latter on other markets and sectors and the global economy between 2022 and 2035. See Box 2 and Annex 1 for explanation of the model and scenarios. Figures in the text might not be identical due to rounding.

Source

IFC staff calculations based on Global Trade Analysis Project and IFC (2019)



CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Pasar a la acción: algunas políticas públicas e instrumentos financieros pueden incentivar la correcta asignación de recursos hacia inversiones asociadas a la descarbonización.

Emisión asociada a materiales de construcción: cómo atacar esta vía instrumentos de deuda ligados a la sostenibilidad

En mercados emergentes especialmente, los instrumentos de deuda ligados a estándares de sostenibilidad fueron utilizados entre 2017 y 2021, observándose un crecimiento exponencial en este tipo de forma de financiamiento. Lo anterior, enfocado en las primeras fases de la cadena de valor de la construcción, es decir, en la descarbonización de la producción y procesamiento de materiales intensivos en carbono, en particular cemento y acero. De hecho, en 2021 los instrumentos financieros ligados a la sostenibilidad registraron un récord histórico de US\$ 27.000 millones emitidos, con cerca de 70% de este total destinado directamente a la descarbonización de la cadena productiva asociada a materiales de la construcción.

Sin embargo, el uso de este tipo de instrumentos es aún en Latinoamérica bastante limitado, por lo que requerirán apoyo de otro tipo de instituciones como para poder apalancar los niveles de recursos necesarios para ir cumpliendo las metas establecidas, las cuales son bastante ambiciosas. En Chile, por ejemplo, la industria del Cemento se comprometió con su nueva hoja de ruta hacia la carbono-neutralidad, generando diversas acciones y medidas como para poder lograr la meta en la industria del cemento y hormigón hacia 2050⁷⁸.

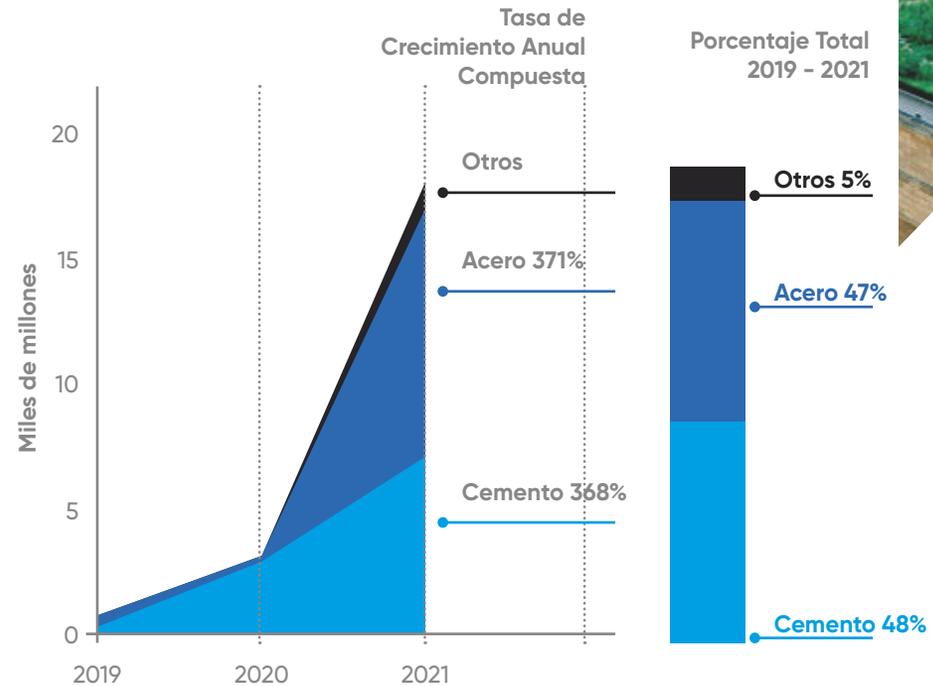
78. Hoja de Ruta Chile Cemento y Concreto "Net Zero 2050" (2023).



CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Finalmente, destaca el hecho de que el uso de este tipo de instrumentos para aportar a descarbonizar la cadena de valor de la construcción hace que, adicionalmente, tengamos que observar otro tipo de beneficios más allá de la reducción de emisiones, como por ejemplo la optimización en el uso de otros recursos, aspectos de economía circular, entre otros.

Evolutivo emisión de bonos ligados a la sostenibilidad: por tipo de material de la construcción



Fuente IFC.

CAPÍTULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Incentivando la demanda: emisión de hipotecas verdes para clientes finales

La intervención explícita de las ofertas financieras a productos hipotecarios para la demanda habitacional es otro aspecto que mejora de manera sistemática las asimetrías de información existente entre desarrolladores, inversionistas y compradores, que finalmente culminan en el desincentivo a profundizar el mercado por construcción sostenible en el sector inmobiliario.

En este sentido, los instrumentos de este estilo normalmente son ofrecidos por la banca local, y apalancados fuertemente en recursos provenientes –y canalizados vía el mercado de capitales global– de diversas instituciones multilaterales y bancos de desarrollo, especialmente para el caso de países de ingresos medianos. De esta manera, los beneficios culminan en tasas preferenciales para compradores con preferencias asociadas a adquirir edificaciones con certificaciones energéticas, entre otros.

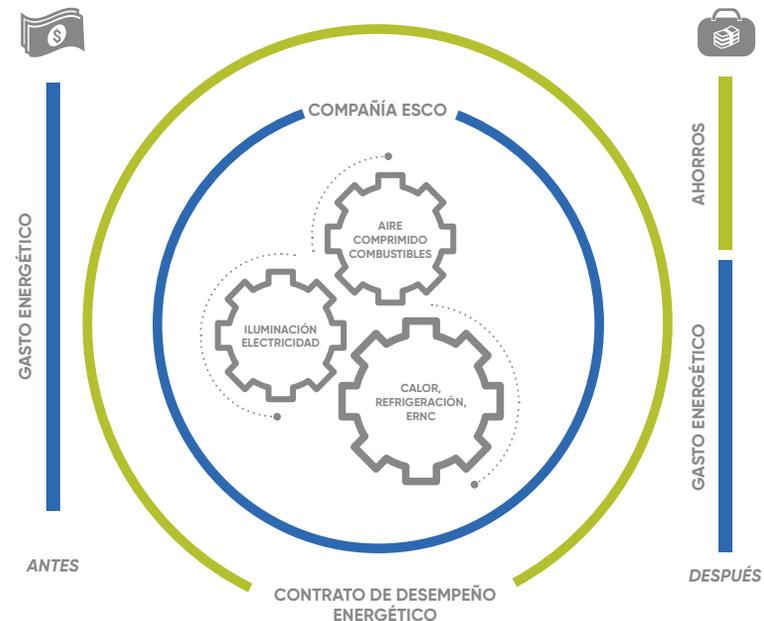
Así, se observa una posibilidad potencialmente atractiva para el caso chileno, con ofertas concretas ya existentes en el mercado por parte de algunas instituciones, aun con espacio para crecer dentro de la industria. Y, por otro lado, con instrumentos aún muy novedosos que, con los incentivos correctos, podrían constituir una significativa fuente de financiamiento en el futuro.

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Contratos de operación por desempeño energético

Alternativas de financiamiento en aspectos relacionados con Eficiencia Energética (EE) también pueden aportar a descarbonizar el parque construido y los proyectos greenfield, en la medida que existan contratos operacionales con los organismos proveedores de suministro eléctrico. Esto, con el objetivo de mejorar y optimizar aspectos de consumo, denominado en el caso chileno Contrato por Desempeño Energético (CDE).

Modelo de negocios de una empresa ESCO



Fuente
GestionaEnergía MiPyMEs

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Específicamente, inversiones realizadas en EE se van pagando en el tiempo contra la reducción del consumo futuro; es decir, las disminuciones en los gastos energéticos generados en el tiempo producto de la inversión inicial. En Chile existe en pleno desarrollo y disposición el modelo ESCO⁷⁹ (empresas de Servicios Energéticos) para realizar estos refaccionamientos, como se observa en la figura siguiente.

Se puede observar que, antes de realizar el proyecto, se tenía una serie de gastos que luego se ven disminuidos por hacer el proyecto en EE. De este ahorro que se genera entonces, se realiza el pago a la empresa ESCO.



79. <https://mipymes.gestionaenergia.cl/modelo-esco>

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

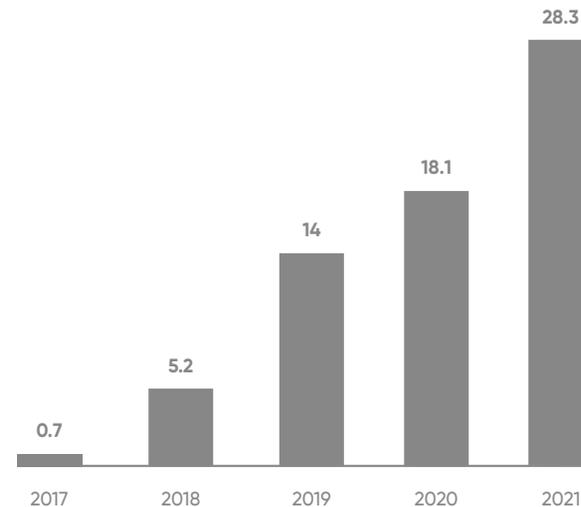


Fondos de Inversión Inmobiliarios

En lo más reciente, existe una serie de instrumentos financieros que se han canalizado a la construcción e hipotecas verdes vía Fondos de Inversión Inmobiliarios, los que han levantado recursos de manera histórica entre 2017 y 2021 mediante la emisión de bonos y préstamos. Estos pasaron de US\$ 700 millones a un impactante monto de US\$ 28.000 millones en el período, como lo muestra la figura siguiente.

Sin embargo, la evidencia muestra que estos mecanismos operan principalmente en economías desarrolladas, aunque se espera que se transforme en una herramienta potente a aplicar en los mercados emergentes en los próximos años. Especialmente, en países de niveles de ingreso mediano-alto como el caso de Chile, complementado con un set de políticas públicas adecuadas para alinear los incentivos necesarios y así transformarse en un país atractivo para este tipo de fondos.

Fondos de Inversión Inmobiliarios verdes levantados en el mundo (US\$ billones)



Fuente
IFC.

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Instituciones Financieras de Desarrollo (DFI): El rol clave de los Bancos Multilaterales (MDB) en alinear incentivos para la inversión en construcción sostenible

Como hemos visto de la mayoría de los instrumentos expuestos anteriormente, existe en instancias incipientes un rol fundamental por parte de otros actores que ayuden a corregir las fallas de mercado asociadas a que los recursos no se destinen adecuadamente a esta tipología de inversiones. Esto, en la medida que permita desbloquear enorme potencial del capital privado en la industria, vía mitigar directamente la incertidumbre asociada al valor futuro de los edificios sostenibles, y los riesgos del portafolio asociado a nivel agregado. Lo anterior, principalmente agrupado en dos tipos de instrumentos: *Concessional Finance* y *Blended Finance*.

El concepto de *Concessional Finance*, desarrollado por Bancos Multilaterales, ofrece una diversidad de instrumentos financieros en forma de préstamos subsidiados con tasas más convenientes que las del mercado local, ofrecidos directamente a firmas. Por otro lado, podría resultar también en un instrumento del tipo patrimonial, en cuanto a que directamente se adquiera participación en alguna firma con expectativas de retorno bajo el valor de mercado, y la cual esté sujeta a restricciones de liquidez. De esta manera, se obtiene financiamiento de manera adelantada, sin estar sujeta a planes de pagos producto de préstamos de corto plazo obtenidos en caso de no contar con este instrumento. Finalmente, este instrumento se puede manifestar en forma de garantías y/o facilidades en materia de distribución de riesgos financieros con tarifas por debajo del valor de mercado.

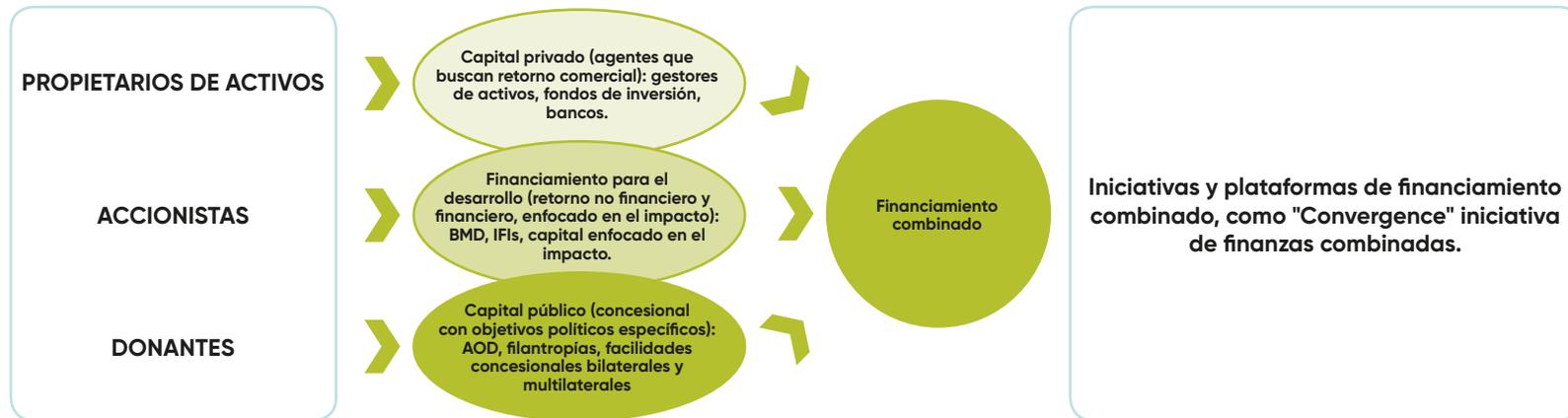


CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Por otro lado, el concepto de Blended Finance hace alusión a aglomerar distintos instrumentos asociados al *Concessional Finance* y utilizarlos para apalancar inversión privada a gran escala. Esto, normalmente anclado a algún objetivo de desarrollo sostenible (ODS), usualmente relacionado con metas en materia medioambiental. De esta manera, culmina finalmente hacia la creación y desarrollo de un ecosistema, que puede operar como factor habilitante tanto para el gobierno central, como para otras agencias a la hora de complementar esfuerzos, con el objetivo de financiar iniciativas relacionadas con el cambio climático, entre otros.

Ecosistema del Blended Finance



Contexto general del mercado y las políticas: prácticas del mercado, regulaciones y normas; intermediarios de información (agencias de calificación crediticia, proveedores de datos y productos ESG, etc.); estándares éticos (ONU, ICMA, ONU, OCDE); convenciones y acuerdos internacionales (París, ODS)

Fuente
NGFS

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Mejorando la transparencia en reportería Medioambiental, Social y de Gobernanza vía regulaciones explícitas

Finalmente, está claro el potencial de financiamiento tanto privado como por parte de los DFI o MDBs en materia de construcción sostenible. El tema clave también pasa a ser cómo dirigirlo de la manera más eficiente y transparente posible. Esto último es fundamental, en la medida que instrumentos de señalización para las empresas y el sector estén disponibles de manera eficiente, oportuna y transversal. De esta manera, reduciendo las asimetrías de información y mitigando aspectos asociados al greenwashing, es factible reducir la incertidumbre de la parte inversionista, aportando a un mejor proceso de asignación del capital. Esto es especialmente importante en el caso de empresas con operaciones intensivas en carbono, como ocurre con la cadena de valor de la construcción.

De esta manera, la estandarización de los indicadores asociados a la reportería correspondiente que permita comparabilidad de manera transversal en la industria es un paso concreto y fundamental hacia adelante para ir destrabando el financiamiento hacia firmas que poseen por la naturaleza de su negocio un alto nivel de riesgo climático. En particular, esto debiese ser una prioridad más allá del sector, para todas las economías emergentes, en la medida en que vayan atrayendo instrumentos financieros novedosos y cada vez más sofisticados, relacionados con la reportería ligada a la sostenibilidad, como es la tendencia en países desarrollados. De hecho, para Chile ya existen avances en este sentido, los cuales se identificarán y analizarán en la sección siguiente del documento.



CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

ESTADO DEL ARTE EN CHILE

En la sección anterior se revisó el explosivo aumento en materia de financiamiento para proyectos y/o empresas asociadas a la construcción sostenible, adicional a la identificación de requerimientos necesarios para alcanzar ciertas metas de reducción de emisiones en el tiempo. En particular, Latinoamérica resulta ser un mercado atractivo, situación que no se ha plasmado en Chile con la fuerza que hemos visto en otros países, como en Colombia o Brasil.

No obstante, se observan avances en lo más reciente. En particular, a partir de 2021 el Ministerio de Hacienda ha incurrido en un esfuerzo importante en avanzar hacia un sistema de clasificación de actividades económicas medioambientalmente sostenibles, definiendo elementos estructurales en esta materia con la siguiente categorización:



Objetivos Medioambientales



Conjunto de sectores y actividades económicas a incorporar (elegibles)



Reglas mínimas que determinan las condiciones para que una actividad económica sea medioambientalmente sostenible



Gobernanza adecuada para el funcionamiento de la herramienta



Marco de implementación

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



De esta manera, surge el insumo inicial que permite avanzar hacia un sistema de taxonomía para el país, con criterios estandarizados para fomentar la transparencia en los mercados y la comparabilidad de actividades en torno a su sostenibilidad ambiental.

Taxonomía de Actividades Medioambientalmente Económicas Sostenibles: un paso hacia la reportería ESG del sector construcción

En el siguiente cuadro se resumen las principales características de una herramienta de este estilo, dejando en claro que no implica un marco regulatorio más estricto ni mayores exigencias para las empresas en este aspecto.

SI ES...	NO ES...
Un sistema de clasificación que identifica actividades económicas que pueden considerarse sostenible desde un punto de vista medioambiental	Una regulación por se, aunque pueda servir de referencia para un marco regulador
Un sistema de clasificación con criterios claros y basado en la ciencia	Una lista de actividades obligatorias a invertir
Un bien público busca transparentar y homologar información en el mercado, permitiendo a los inversionistas y otros actores a tomar decisiones informadas,	Un conjunto de requisitos obligatorios sobre el rendimiento medioambiental de empresas o productos

Fuente
Ministerio de Hacienda, 2023.

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



Esto permite alinear los incentivos para focalizar inversiones en actividades, sectores y empresas con ciertos objetivos medioambientalmente sostenibles. En simple, esto permite generar las nomenclaturas e indicadores necesarios a la hora de evaluar inversiones desde una dimensión asociada a la sostenibilidad. Algunos beneficios:



Mejora la reputación y evita el greenwashing



Estandarización y toma de decisiones informada



Mejorar la tramitación ambiental de los proyectos



Acceso al financiamiento y oportunidades de inversión

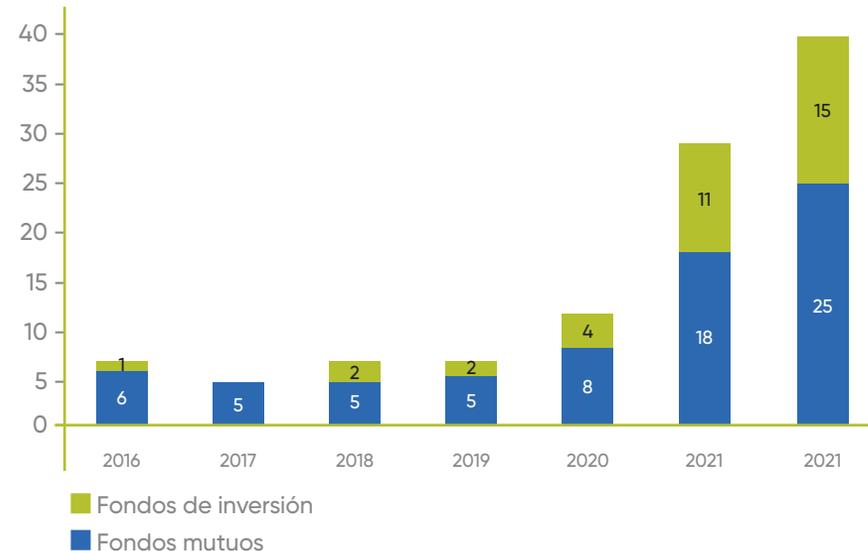
Esto último es clave, en cuanto a que distintos fondos de inversión en Chile están incorporando nomenclaturas y/o temáticas ESG en sus procesos de evaluación. Es más, en base a una encuesta aplicada en noviembre de 2022 a 55 administradoras de fondos mutuos y de inversión, se observa un aumento explosivo de fondos con estos conceptos incorporados en su nombre entre 2016 y 2022, con 40 de los 55 fondos declarando adoptar términos de estas características, mayormente enfocados en aspectos ambientales. De esta manera, se observa una tendencia reciente en la industria de ampliar instrumentos de financiación hacia este tipo de actividades. Quizás aún más importante, gran parte de éstas al momento de realizar los perfiles de riesgo de sus clientes (96%).

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Al cierre de este documento, finalizado el periodo de Consulta Ciudadana del Anteproyecto el 31 de enero de 2025, el Ministerio de Hacienda a través de un Comité Técnico Evaluador se encuentra en proceso de revisión de opiniones, observaciones y propuestas con la finalidad de evaluar su incorporación del Sistema de Clasificación o Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles (T-MAS). Dentro de los sectores productivos a considerar:

- » Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- » Minas y canteras
- » Industrias manufactureras
- » Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
- » Suministro de agua, evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y contaminación
- » Construcción y actividades inmobiliarias
- » Transporte y almacenamiento
- » Información y comunicaciones

Fondos con temáticas ESG en su nombre (número, a diciembre de cada año)



Fuente
CMF, 2024.

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN



El hecho de que el sector de la construcción esté considerado dentro de la elaboración de esta taxonomía, presenta una oportunidad única para poder avanzar hacia distintos aspectos que podrían mejorar el desempeño del sector. Desde mejorar la tramitología de los proyectos hasta acceder a fuentes de financiamiento que permitan combatir el complejo escenario de restricciones de liquidez que atraviesa la industria en lo más reciente. Avanzar en esta última línea es prioritario, puesto que, si bien en Chile existe cierta oferta de financiamiento asociada a estos conceptos para empresas de la construcción, aún se encuentran en fases incipientes y/o en base a desarrollo de productos puntuales de manera acotada, como veremos en la siguiente sección.

Algunos instrumentos financieros existentes en Chile y beneficios para las empresas constructoras

En cuanto al estado del arte en nuestro país respecto a modalidades de financiamiento sostenible, han existido hitos importantes, comenzando con la emisión de los Bonos Verdes por parte del Ministerio de Hacienda en 2019, los primeros del continente americano. De esta manera, pasaremos a revisar las principales herramientas asociadas a la oferta de instrumentos financieros para la construcción sostenible en Chile⁸⁰.



80. Extraído principalmente de GBC (2023).

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

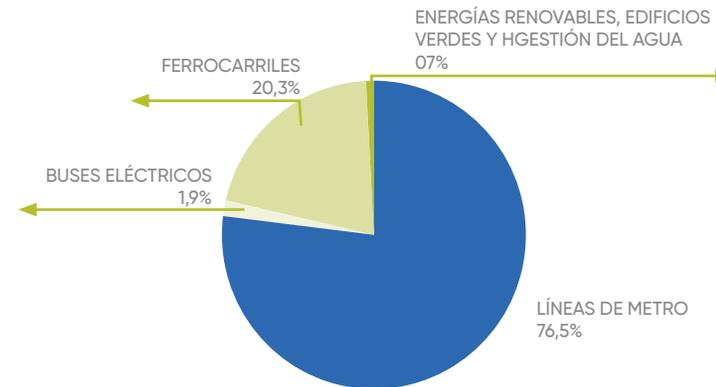


Crédito verde CORFO

Instrumento entregado por instituciones financieras que colaboran con la entidad. Corresponde a un programa de financiamiento para potenciar el desarrollo y ejecución de proyectos que mitiguen los efectos del cambio climático y/o mejoren la sustentabilidad de las empresas. Lo anterior, con foco en reimpulsar la inversión en iniciativas de Energías Renovables, Eficiencia Energética y Economía Circular.

Bonos Sostenibles - Ministerio de Hacienda + Banco Interamericano de Desarrollo

Adicional a los bonos que emite el Fisco en materias sostenibles, esto también comprende un marco para efectos de establecer un estándar para otros emisores de instrumentos de carácter local. En 2020, Chile emitió cerca de US\$ 6.200 millones bajo este marco, siendo asignados como lo muestra la siguiente figura.



De esta manera, este marco caracteriza una serie de sectores bajo los cuales las inversiones pueden resultar elegibles, muy en línea con la satisfacción de demandas sociales y que impacten uno o más Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS)⁸¹.

81. Para mayor detalle, ver GBC (2023).

CAPITULO 4: ASPECTOS DE FINANCIAMIENTO ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN





**CAPÍTULO 5:
CONSIDERACIONES
FINALES, COMPROMISOS Y
RECOMENDACIONES**

CAPITULO 5: CONSIDERACIONES FINALES, COMPROMISOS Y RECOMENDACIONES



Como se ha mencionado, la industria de la construcción enfrenta desafíos y oportunidades para fortalecer su competitividad en un mercado orientado a la reducción de las emisiones de carbono. Lo anterior, debido a la alta incidencia del sector energético en el ciclo de vida completo de la industria, sector que, como se ha mencionado, es el de mayor contribución de emisiones a nivel global.

En ese sentido, consideramos fundamental impulsar la exploración de nuevas metodologías de estimación de emisiones de GEI en la industria de la construcción, tanto en su nivel ascendente como descendente, y considerando los alcances 1 (emisiones directas), 2 (emisiones indirectas por la energía comprada) y 3 (emisiones indirectas en la cadena de valor). En esa línea, es primordial también impulsar el relanzamiento de una versión revisada de la Estrategia Nacional de Huella de Carbono en el Sector Construcción.



Emisiones directas



Emisiones indirectas por la energía comprada



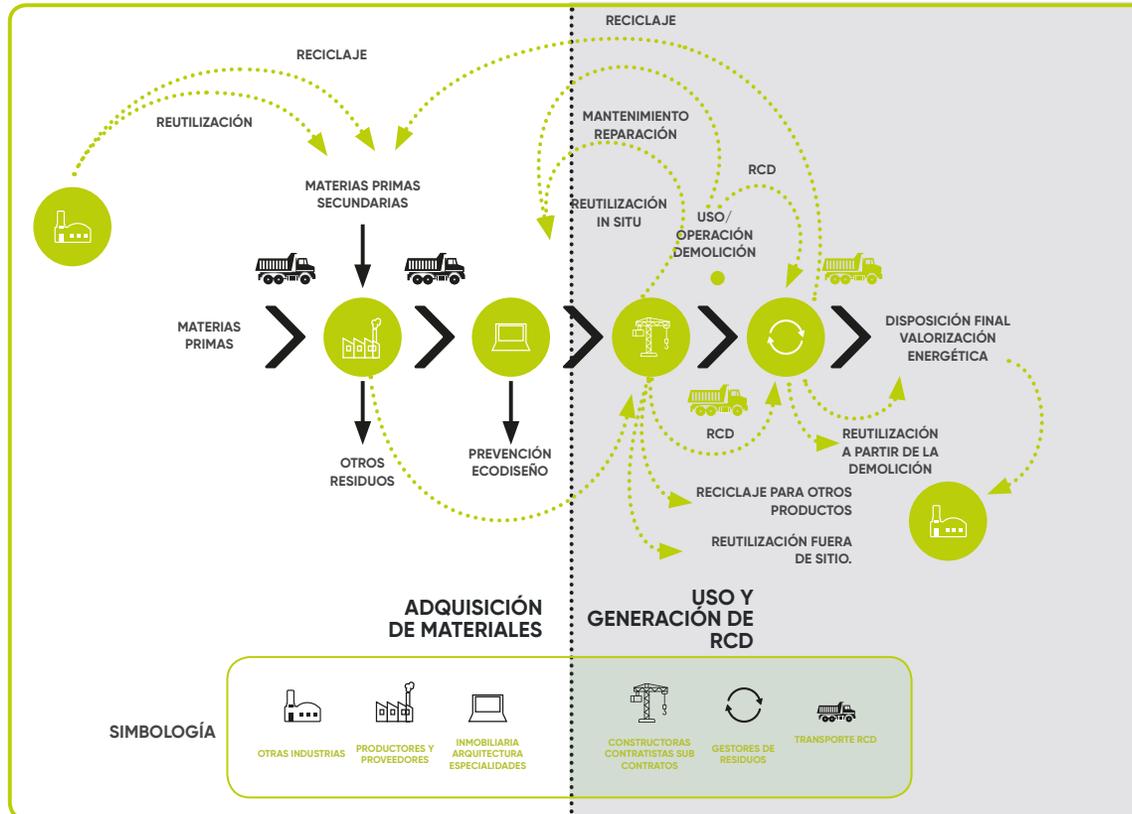
Emisiones indirectas en la cadena de valor

CAPITULO 5: CONSIDERACIONES FINALES, COMPROMISOS Y RECOMENDACIONES



Cadena de valor con enfoque circular

Resulta importante destacar que la economía circular es una estrategia clave para el desarrollo sostenible, reduciendo la dependencia al modelo lineal de producción y consumo, además, promueve el uso de los recursos de manera más efectiva y sostenible.



Fuente
María José Cobo, CDT.

Así también, recomendamos que en la Actualización de Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) se incorpore al Ministerio de Desarrollo Social y Familia como un actor relevante, al tener el rol de visado de proyectos.



Recomendaciones para la Mitigación del Impacto de CO₂ en la Construcción

ENERGÍA SOSTENIBLE COMO PILAR TRANSFORMADOR

Fomentar la inversión en infraestructura para generación a partir de energías renovables, almacenamiento, transmisión y distribución energética sostenible.

IMPULSAR MÉTODOS MODERNOS DE CONSTRUCCIÓN (MMC), Y UNA MAYOR Y MEJOR GESTIÓN Y REDUCCIÓN DE RESIDUOS

CICLO DE VIDA DE MATERIALES

- » Declaración ambiental de materiales
- » Pasaporte de materiales

REGULACIÓN Y CERTIFICACIONES

Gradualidad, Transparencia, Incentivos y Mayores Estándares

INCENTIVOS PARA ABSORBER MAYORES COSTOS

Generar incentivos económicos y sociales, en torno a las certificaciones existentes, la Calificación Energética de Viviendas (CEV) y el Sello PRO, promoviendo la integración de mejores prácticas y el reconocimiento al cumplimiento de estándares de sostenibilidad.

A su vez, los esfuerzos necesarios para hacer frente a los desafíos del cambio climático no sólo deben provenir desde las políticas públicas y la academia, sino que también deben involucrar al sector privado, en la búsqueda de innovaciones y soluciones, tecnológicas y financieras, que en el periodo actual de crisis que atraviesa la industria, se traduzcan en nuevas oportunidades.

CAPITULO 5: CONSIDERACIONES FINALES, COMPROMISOS Y RECOMENDACIONES



En ese sentido, como CChC se renuevan las acciones comprometidas en 2019 y, en lo que respecta particularmente a la sostenibilidad de la industria, los esfuerzos estarán enfocados en:

Realizar una estimación periódica de las necesidades de inversión ante el aumento de la frecuencia y severidad de desastres naturales producidos por el cambio climático. Así, incorporar en el próximo IDS⁸², las estimaciones de necesidades de inversión por concepto de Adaptación, como uno de los aspectos fundamentales de Resiliencia.

Impulsar la búsqueda de innovaciones y nuevas soluciones, tecnológicas y financieras, que se puedan traducir en nuevas oportunidades, tales como el acceso a nuevas fuentes de financiamiento.

Fomentar el uso de nuevas tecnologías en el diseño de los proyectos de construcción, como, por ejemplo, el uso de BIM.

Evaluación periódica de posibles trabas regulatorias, de la necesidad de cambios normativos y de ordenanzas que promuevan ciertos incentivos a una construcción sostenible, que permita una gradualidad en la implementación de las medidas y aumentar los niveles de productividad y competitividad de la industria.

Fortalecimiento del Compromiso Pro, como un motor para llevar la sostenibilidad a las distintas empresas y fomentar su atributo de canal de acceso a nuevas oportunidades de negocio.

82. Informe Infraestructura para el Desarrollo Sostenible.

CAPITULO 5: CONSIDERACIONES FINALES, COMPROMISOS Y RECOMENDACIONES



Compromiso PRO y Sello PRO

¿CÓMO SE PROMUEVE LA SOSTENIBILIDAD EN LAS DISTINTAS EMPRESAS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN?

El Compromiso PRO es la iniciativa de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) para hacer que las distintas obras, centros de trabajo y empresas sean cada día más sostenibles, recogiendo buenas prácticas de la industria y considerando las particularidades de quienes la integran y los distintos territorios.

¿QUÉ DIMENSIONES ABORDA EL COMPROMISO PRO?



Fuente
Compromiso PRO - CChC (2025)

¿QUÉ HERRAMIENTAS SE UTILIZAN PARA LA PROMOCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD A TRAVÉS DEL COMPROMISO PRO?

- » Formación: Cursos y talleres
- » Herramientas: Manuales y guías
- » Vinculación: Jornadas y reconocimiento de buenas prácticas
- » Sello PRO: Programa de acompañamiento



A modo de conclusión, y a partir de los aprendizajes obtenidos en los últimos cinco años, creemos que el desafío climático se debe entender como uno de los ejes del desafío global de la Sostenibilidad. En esa línea el desarrollo de las taxonomías y el acceso de nuevas formas de financiamiento son esenciales para fortalecer la competitividad de la industria en un mercado orientado a la reducción de las emisiones de carbono y a una transición hacia la sostenibilidad.



REFERENCIAS



- » Banco Mundial (2020). La Construcción de Viviendas en Madera en Chile: Un Pilar para el Desarrollo Sostenible y la Agenda de Reactivación. [🔗](#)
- » Baniassadi, A., Heusinger, J., Gonzalez, P. I., Weber, S., & Samuelson, H. W. (2022). Co-benefits of energy efficiency in residential buildings. *Energy*, 238, 121768. [🔗](#)
- » Boyd, T. (2005). CAN WE ASSESS THE WORTH OF ENVIRONMENTAL AND SOCIAL CHARACTERISTICS IN INVESTMENT PROPERTY? [🔗](#)
- » CBRE (2022). Green Is Good: The Enduring Rent Premium of LEED-Certified U.S. Office Buildings [🔗](#)
- » CChC (2023). Balance de Vivienda. [🔗](#)
- » CChC (2019). Fundamenta 45: El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global. [🔗](#)
- » CEPAL (2023). Costos asociados a la inacción frente al cambio climático en Chile. [🔗](#)
- » Climate Bonds Initiative (2018). Green Bonds. The State of the Market. [🔗](#)
- » CNEP (2020). Productividad en el Sector de la Construcción. [🔗](#)
- » Darko, A., Zhang, C., & Chan, A. P. (2017). Drivers for green building: A review of empirical studies. *Habitat international*, 60, 34-49. [🔗](#)
- » Deng, Y., & Wu, J. (2014). Economic returns to residential green building investment: The developers' perspective. *Regional Science and Urban Economics*, 47, 35-44. [🔗](#)
- » Flández Cárcamo, M. (2017). Análisis costo beneficio al implementar mejoras constructivas térmicas para lograr una mayor calificación energética: caso de estudio: viviendas nuevas en los segmentos medios en Santiago. [🔗](#)
- » Fuerst, F., & McAllister, P. (2011). Green noise or green value? Measuring the effects of environmental certification on office values. *Real estate economics*, 39(1), 45-69. [🔗](#)
- » Gobierno de Chile (2024). Informe Final del Comité de Carbono Neutralidad y Resiliencia. [🔗](#)



- » International Finance Corporation – IFC (2019). Green Buildings. A Finance and Policy Blueprint for Emerging Markets. [🔗](#)
- » International Finance Corporation– IFC (2023). Building Green: Sustainable Construction in Emerging Markets. [🔗](#)
- » Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile – ICH (2023). Hoja de Ruta Chile, Cemento y Concreto – Net Zero 2050. [🔗](#)
- » Leskinen, N., Vimpari, J., & Junnila, S. (2020). A review of the impact of green building certification on the cash flows and values of commercial properties. *Sustainability*, 12(7), 2729. [🔗](#)
- » Matrix Consulting–CChC (2020). Impulsar la Productividad de la Industria de la Construcción en Chile a Estándares Mundiales. [🔗](#)
- » MMA (2022). Quinto Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
- » OECD (2022). The Blue Dot Network: A proposal for a global certification framework for quality infrastructure investment. [🔗](#)
- » Oliver, C. D., Nassar, N. T., Lippke, B. R., & McCarter, J. B. (2014). Carbon, fossil fuel, and biodiversity mitigation with wood and forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 33(3), 248–275. [🔗](#)
- » Pérez, B. F. (2018). Migraciones climáticas: una aproximación al panorama actual. *Ecodes*. [🔗](#)
- » RICS Research (2008). Breaking the Vicious Circle of Blame – Making the Business Case for Sustainable Buildings. [🔗](#)
- » Rodríguez B., Zúñiga Y., Berrios T. (2024). Diseño de un programa de educación sobre Descarbonización del Sector Construcción: Carbono de Ciclo de Vida Completo en Edificación. Informe 1: Revisión Estado del Arte v 1.1. Cámara Chilena de la Construcción.



- » Rojas, R. (2018). IMPACTO EN EL CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR CPR AL IMPLEMENTAR CERTIFICACIONES SUSTENTABLES: LEED, CES y CEV. Tesis USM.
- » Uğur, L. O., & Leblebici, N. (2018). An examination of the LEED green building certification system in terms of construction costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1476-1483. [🔗](#)
- » U.S. Department of Energy (2015). *Energy Efficiency & Financial Performance: A Review of Studies in the Market. Better Buildings.* [🔗](#)
- » Wiley, J. A., Benefield, J. D., & Johnson, K. H. (2010). Green design and the market for commercial office space. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 41, 228-243. [🔗](#)
- » World Economic Forum - WEF (2023) *Scaling Low-Carbon Design and Construction with Concrete: Enabling the Path to Net-Zero for Buildings and Infrastructure.* [🔗](#)
- » Zhang, L., Wu, J., & Liu, H. (2018). Turning green into gold: A review on the economics of green buildings. *Journal of cleaner production*, 172, 2234-2245. [🔗](#)

Medio ambiente



CDT
Somos CChC

COMPROMISO
 **PRO**

CChC
CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

Este estudio "Fundamenta 46: El Sector Construcción ante el cambio climático global, desafíos y oportunidades" fue realizado por encargo del grupo de cambio climático de la Comisión de Medio Ambiente CChC. Versión 2025.