05505

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global

45 | DICIEMBRE 2019

05506

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global

Gerencia de Estudios CChC

Agradecemos los comentarios de Jorge Mas, Javier Hurtado y Carlos Bascou. También agradecemos la valiosa ayuda de María Nieves Hinojosa, Mauricio Morales, Karina San Martín y Francisco Valdés. Asimismo, agradecemos los comentarios de Álvaro Conte, Bernardo Echeverría, Miguel Ángel Ruiz-Tagle, Norman Goijberg, Yerko Videla y Carlos Zeppellin. Finalmente, agradecemos los comentarios de los asistentes a las presentaciones realizadas

EDITOR
Gerencia de Estudios CChC

GERENTE DE ESTUDIOS
Javier Hurtado Cicarelli

LA SERIE FUNDAMENTA ES UNA PUBLICACIÓN DE LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN A.G.
CUYO OBJETIVO ES EXPONER LA VISIÓN DEL GREMIO RESPECTO A TEMAS DE SU INTERÉS
Y, DE ESTA FORMA, CONTRIBUIR AL DEBATE SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS

05507

El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global

Héctor Acuña, Pablo Easton, Camila Ramos y Camilo Torres[1]

Resumen

El cambio climático –en lo referente al incremento de la frecuencia y severidad de desastres naturales en los sistemas climáticos– se ha convertido en uno de los mayores desafíos que ha debido enfrentar la humanidad. Si bien existe un consenso científico en que este fenómeno es un hecho inequívoco, el diagnóstico está dividido entre quienes sostienen que este fenómeno es causado por la acción del hombre, y detonado a través de sus excesivas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y quienes sostienen que este fenómeno tiene su origen en procesos naturales de la Tierra y la actividad solar.

Más allá de esta discusión -y considerando que: 1) el cambio climático es un hecho cierto, por lo que las medidas de adaptación son inequívocamente necesarias; e 2) independientemente de la contribución antropogénica al fenómeno, las medidas de mitigación están completamente alineadas con una adecuada responsabilidad preventiva y con políticas que contribuyen a la eficiencia en el uso de recursos-, el Estado de Chile se ha posicionado en el concierto internacional como un país que busca apoyar una decidida acción climática, estando convencido de que deben proveerse señales fuertes y sistemáticas en pos de los acuerdos climáticos que sean necesarios de lograr para hacer frente de manera coordinada al desafío climático.

En esta línea, y en el contexto de que en diciembre de este año nuestro país presidirá la cumbre del cambio climático COP25 a realizarse en Madrid, el presidente Sebastián Piñera presentó en junio el plan de cierre de centrales de energía a carbón para reducir las emisiones de efecto invernadero y potenciar la generación de energías renovables. Con la descarbonización, Chile se posiciona como pionero en el cumplimiento de metas internacionales de reducción de emisiones y adopción de tecnologías limpias, en línea con los compromisos pactados en el Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático. Con esta medida y la promoción de las energías renovables, Chile aspira a ser carbono neutral para 2050.

No obstante, la discusión en relación al origen del cambio climático, en razón del principio precautorio y en pos de la eficiencia del uso de los recursos, 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.

A nivel internacional, el sector de la construcción genera cerca de un 30% del total de emisiones de gases de efecto invernadero. En Chile, debido a la ausencia de un reporte de datos, no existen cifras que entreguen información certera sobre el nivel de contaminación del rubro. No obstante, a partir del Tercer Informe Bienal de actualización sobre Cambio Climático (2018) es posible obtener una estimación de las emisiones. Considerando el ciclo de vida completo de los proyectos de construcción, se proyecta que el sector podría potencialmente participar en cerca de un 23% del total de emisiones de GEI del país.

[1] Grupo de Trabajo COP25, Gerencia de Estudios de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), 2019.

En el presente informe se analizan los principales aspectos relacionados con las medidas de adaptación, acorde con los antecedentes del diagnóstico nacional. Se contextualiza los planes gubernamentales actuales, se profundiza en la escasez hídrica y en las necesidades de inversión. Por su parte, entre las medidas de mitigación destaca la eficiencia energética, la planificación de ciudades y el ciclo de vida de los insumos de la construcción.

05508

Contenido

Glosario **8**

Contexto **11**

Proyecciones del sector construcción 12

Infraestructura 12

Vivienda 13

Breve historia de las COP e hitos relevantes 13

Actualización de Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) 14

Emisiones del sector Construcción en el contexto global 17

Emisiones de Chile en el contexto global 20

Emisiones de Chile a nivel regional 20

Emisiones de Chile en el sector Construcción 24

Diagnóstico nacional 25

Adaptación **26**

Planes generales gubernamentales: Las bases de las nuevas NDC 26

Escasez hídrica y necesidades de inversión 29

Estrechez hídrica: Medidas para enfrentar este escenario 31

Obras fluviales para la protección de bordes de ríos 33

Bordes costeros 34

Falta de datos y generación de estadísticas 36

Discrecionalidad en criterios definidos de cierre 36

Uso y redefiniciones de borde costero: Necesidad de cambios normativos 37

Infraestructura Verde 39

Humedales: Una protección natural frente a los desastres naturales 39

Experiencia Internacional 41

Mitigación **42**

Eficiencia energética (EE) 42

Efectos financieros de certificaciones de eficiencia energética 43
Proyecto de Ley de Eficiencia Energética 44
Certificación energética en Chile: Aplicaciones y modelo de negocios 46
Planificación de ciudades y fuentes móviles de emisión 52
Evidencia internacional 52
Caso chileno y recomendaciones 54
Ciclo de vida insumos de la construcción 55
Eficiencia Uso Recursos 55
Gestión Residuos Construcción y Demolición (RCD) 58
Uso de áridos reciclados en hormigón estructural 61
Conclusiones y recomendaciones finales 62
Referencias 63
Anexos 65

Glosario

Áridos: Materiales rocosos naturales que se usan para hacer el hormigón; es decir, la grava y la arena.

BIM: Building Information Modeling. Es una metodología que permite crear simulaciones digitales de diseño, manejando coordinadamente toda la información que conlleva un proyecto de arquitectura.

CChC: Cámara Chilena de la Construcción. Es una asociación gremial chilena cuyo objetivo primordial es promover el desarrollo y fomento de la actividad de la construcción, como una palanca fundamental para el desarrollo del país en el contexto de una economía social de mercado basada en la iniciativa privada.

CDT: Corporación de Desarrollo Tecnológico.

CEV: Calificación Energética de Viviendas.

CIGIDEN: Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Construcción sustentable: Se refiere a aquel proceso constructivo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. La aplicación de este tipo de procesos constructivos puede implicar ahorros significativos en materia de consumo eléctrico y energético en cuanto a costos operacionales y mantenimiento a largo plazo por medio de la eficiencia en el uso de los recursos.

COP: Conferencia de las Partes. Órgano supremo de la CMNUCC y de la asociación de todos los países participantes. En su estructura, la COP realiza reuniones anuales en las que participan expertos medioambientales, científicos, ministros, jefes de estado y ONG.

DGA: Dirección General de Aguas. Es el organismo del Estado que se encarga de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, como también de proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Público de Aguas con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas.

DOH: Dirección de Obras Hidráulicas. Tiene por misión proveer de servicios de Infraestructura Hidráulica que permitan el óptimo aprovechamiento del agua y la protección del territorio y de las personas. Entre sus objetivos, destacan: proveer de infraestructura de regadío que permita disponer del recurso hídrico, para incorporar nuevas áreas al riego y/o aumentar la seguridad de riego, de las superficies actualmente regadas, incrementando así, el potencial productivo del sector; proveer de infraestructura de red primaria y disposición final, para la evacuación y drenaje de aguas lluvias, a las áreas urbanas, con el fin de disminuir los daños provocados en ellas; proveer de infraestructura para proteger las riberas de cauces naturales, contra crecidas y para contrarrestar los efectos de los procesos aluvionales, en beneficio de la ciudadanía, y proveer de infraestructura para el abastecimiento de agua potable a las localidades rurales concentradas y semiconcentradas, con el fin de contribuir al incremento de la calidad de vida, mediante el mejoramiento de las condiciones sanitarias de este sector.

Economía Circular: Es una estrategia que considera todo el ciclo de vida de un producto, desde su origen hasta el término de su vida útil. El objetivo es reducir la entrada de las materias primas y la producción de desechos, cerrando los flujos económicos y ecológicos de los recursos.

En el sector de la construcción, la economía circular considera la concepción de la edificación desde su fase de diseño, los aspectos del ciclo de la construcción, de los materiales utilizados y su operación hasta el final de su vida útil[2]. Para lograr la naturaleza circular, el final de la vida útil se extendería mediante la mejora de las operaciones, el mantenimiento, la renovación, la reutilización y el reciclaje de los componentes del edificio y la construcción.

El concepto de circularidad se ha ensalzado como estrategias de valor agregado para: recircular (sin reducir el valor) de los materiales, reducir los desperdicios en sentido ascendente y descendente, utilizar materiales “apropiados”, extender la vida útil de los productos y desplegar nuevos modelos de negocios para fomentar la circularidad en el uso de materiales y también a través de los fundamentos socioeconómicos de la vida cotidiana. La economía circular se puede definir como un sistema regenerativo en el que la entrada de recursos y el desperdicio, las emisiones y las fugas de energía se minimizan cerrando los bucles de material y energía. Esto se puede lograr mediante un diseño, mantenimiento, reparación, reutilización, remanufactura, restauración y reciclaje duraderos (Geissdoerfer et al., 2017).

EE: Eficiencia energética. Se refiere a reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios.

Evapotranspiración: Cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas.

GEI: Gases de efecto invernadero. Es un gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo. Los principales en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano,

[2] 2018 Global Status Report: “Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector”. P.56

el óxido de nitrógeno y el ozono.

GlobalABC: Global Alliance for Buildings and Construction. Es una importante iniciativa internacional. Sus objetivos incluyen: 1) Elevar las ambiciones para cumplir con los objetivos climáticos de París, particularmente en lo relacionado a la modernización de los edificios existentes y las inversiones futuras en nuevos edificios en los próximos 15 años; 2) Movilizar a todos los actores a lo largo de la cadena de valor, propiciando los marcos de políticas que promueven tanto la adopción de soluciones rentables existentes como la innovación del sector privado.

ICD: Informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo.

IEA: Agencia Internacional de Energía.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas.

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

IPT: Instrumentos de Planificación Territorial. Son aquellos instrumentos de planificación por medio de los cuales se llevará a cabo las políticas de aprovechamiento y protección del uso del suelo del territorio nacional, ya sea urbano o rural. Estos instrumentos tendrán competencia sólo en el área geográfica que les corresponde y en las materias que les son propias.

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

MMA: Ministerio de Medio Ambiente.

MOP: Ministerio de Obras Públicas.

NDC: Contribuciones Nacionalmente Determinadas. Documento mediante el cual cada país pone sobre la mesa los esfuerzos nacionales que llevará a cabo para enfrentar el cambio climático.

RCD: Gestión Residuos Construcción y Demolición.

RETC: Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

Talud: Se llama talud a la inclinación que se da a las tierras para que se sostengan las unas a las otras.

05510

Contexto

El cambio climático –en lo referente al incremento de la frecuencia y severidad de desastres naturales en los sistemas climáticos[3]– se ha convertido en uno de los mayores desafíos que ha debido enfrentar la humanidad. Si bien existe un consenso científico en que este fenómeno es un hecho inequívoco, el diagnóstico está dividido entre quienes sostienen que este fenómeno es causado por la acción del hombre, y detonado a través de sus excesivas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)[4], y quienes sostienen que este fenómeno tiene su origen en procesos naturales de la Tierra y la actividad solar.

Si bien en la actualidad existe evidencia mixta respecto a la influencia real del hombre en este fenómeno[5], el cambio climático es un hecho cierto, y sus impactos se observan en todos los continentes. De esta manera, su desarrollo hará que aumente la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles en las personas, los ecosistemas y las distintas industrias de la economía. Así, cobran especial relevancia aspectos para la adaptación al cambio climático, lo cual, complementado con actividades de mitigación rigurosas, se puede conseguir que los impactos del cambio climático permanezcan en un nivel controlable, posibilitando un futuro sostenible.

En el marco del trabajo en esta materia, liderado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), los esfuerzos irían en la línea de fuertes reducciones de las emisiones de estos gases a la atmósfera, lo que claramente supondrá un importante reto tecnológico, económico, institucional y de conducta, involucrando a toda la humanidad. Así, en la COP21, efectuada en París en diciembre del 2015, se adoptó un acuerdo jurídicamente vinculante[6] entre los países parte de la CMNUCC para generar acciones nacionales que permitan contener el aumento de las temperaturas globales bajo el umbral de +2°C, respecto de la época preindustrial e, idealmente, bajo +1,5°C.

Más allá de esta discusión -y considerando que: 1) el cambio climático es un hecho cierto, por lo que las medidas de adaptación son inequívocamente necesarias; e 2) independientemente de la contribución antropogénica al fenómeno, las medidas de mitigación están completamente alineadas con una adecuada responsabilidad preventiva y con políticas que contribuyen a la eficiencia en el uso de recursos-, el Estado de Chile se ha posicionado en el concierto internacional como un país que busca apoyar una decidida acción climática, estando convencido de que deben proveerse señales fuertes y sistemáticas en pos de los acuerdos climáticos que sean necesarios de lograr para hacer frente de manera coordinada al desafío climático.

En esta línea, y en el contexto de que en diciembre de este año nuestro país presidirá la cumbre del cambio climático COP25 a realizarse en Madrid, el presidente Sebastián Piñera presentó en junio el plan de cierre

[3] Stern (2008); UNDP (2008); UNISDR (2009); Banco Mundial (2009).

[4] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC).

[5] De acuerdo con el metaanálisis realizado por Cook et al. (2013) que analizó más de 12.000 artículos científicos sobre cambio climático revisados por pares y publicados entre 1991 y 2011, cerca del 97% de los autores apoyaba la existencia de un calentamiento global antropogénico, es decir, producido por el ser humano. Sin embargo, de acuerdo con la encuesta realizada por Verheggen et al. (2014) a 1.868 científicos, el 66% está de acuerdo en que más de la mitad del calentamiento se debe a los gases de invernadero (GEI) producidos por el hombre, pero sólo el 17% está de acuerdo con la postura del IPCC de que el hombre es responsable del 100% del calentamiento global.

[6] El artículo 2° establece ciertas medidas como "a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático".

de centrales de energía a carbón[7] para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y potenciar la generación de energías renovables[8]. Con la descarbonización, Chile se posiciona como pionero en el cumplimiento de metas internacionales de reducción de emisiones y adopción de tecnologías limpias, en línea con los compromisos pactados en el Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático. Con esta medida y la promoción de las energías renovables, Chile aspira a ser carbono neutral para 2050.

No obstante, en la discusión respecto al origen del cambio climático, en razón del principio precautorio y en pos de la eficiencia del uso de los recursos, 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.

Proyecciones del sector construcción

Infraestructura

De todas las inversiones que debe emprender una nación, hay algunas que cobran un carácter especialmente estratégico, pues son plataformas necesarias para su desarrollo. Tal es el caso de la inversión en infraestructura, ya que de la cantidad y calidad de estas obras depende de manera relevante el curso de nuestro desarrollo económico al proveer las condiciones para que los diferentes sectores productivos, consolidados y emergentes, puedan desplegarse.

A nivel global, la brecha de infraestructura es de tal magnitud, que su abordaje demanda un esfuerzo que se sustente tanto en la inversión pública como privada. Asimismo, en varios países de la región latinoamericana es necesario lograr un mejor balance entre el gasto de inversión y los gastos de mantenimiento y operación, que permita una conservación adecuada de los activos de infraestructura. En el caso de Chile, de acuerdo con el informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo (ICD) 2018-2027, de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), se estima que las necesidades de inversión cuantificadas para el decenio 2018-2027 ascienden a US$174.505 millones.

El informe ICD muestra que más del 60% del total de la inversión en infraestructura para la próxima década requiere de la participación del sector privado. De hecho, 32% podría ser provista completa y directamente por el sector privado si se crean los incentivos y marcos institucionales correctos y otro 29% podría ser aportado bajo un régimen mixto (financiamiento público y privado).

Si ello ocurriera, la participación del sector privado permitiría liberar una cantidad muy significativa de recursos públicos para ser destinados a inversión social. Además, el desarrollo de una amplia y diversificada cartera de proyectos atraería nuevas inversiones al país. Inversiones que Chile requiere para retomar su ritmo de crecimiento.

[7] Actualmente, el Sistema Eléctrico Nacional cuenta con 28 centrales termoeléctricas a carbón, con 18 años promedio de operación, las que emiten el 26% del total de gases de efecto invernadero y aportan casi el 40% del total de la generación eléctrica del país.

[8] A agosto de 2019, la capacidad instalada de ERNC correspondía a 23% del total de la matriz (Fuente: Ministerio de Energía).

05511

Vivienda[9]

Según las proyecciones del INE, bajo una serie de supuestos[10], la población en Chile para el año 2035 superaría los 21 millones de habitantes, estimando que en seis de las 16 regiones del país podrían superar el millón de habitantes. Por su parte, el escenario considerando un horizonte de más largo plazo no varía mucho, estimando para el año 2050 21,6 millones de habitantes, dada la decreciente tasa de aumento poblacional actual y su proyección tendencial. Esto se traduce en un ejercicio simple de proyección (considerando las tasas de crecimiento de hogares históricas[11]), del cual se extrae que en el mediano plazo (año 2035) en Chile debiesen existir 8,4 millones de hogares, mientras que para 2050, 11,6 millones de hogares o nuevas familias. Estas estimaciones claramente se traducen en nuevas necesidades de viviendas para albergar la creciente formación de familias, en efecto, de aquí a 2035 se necesitarían 2,7 millones de nuevas soluciones habitacionales, para luego contar con 3,2 millones de viviendas y así cubrir la potencial demanda con miras al año 2050[12].

El Estado, a través de su brazo ejecutor en materia habitacional, MINVU, brinda en términos promedio 71 mil soluciones habitacionales -sea por concepto de nuevas viviendas o mejoras al parque existente- por año[13], lo que implica una inversión media de $1.306 millones de dólares anual. Por otra parte, según estimaciones de Cámara Chilena de la Construcción (CChC), al año se genera una oferta promedio de 82 mil viviendas[14].

Como gremio de la construcción, consideramos relevante tener en cuenta las demandas de la sociedad en este ámbito, y que están relacionadas con la generación de una ciudad más inclusiva, que promueva la integración urbana mediante el mejoramiento de la conectividad y el acceso a bienes y servicios públicos y privados de calidad. Para ello, el llamado que hemos hecho es a impulsar una política urbano-habitacional que incluya una planificación integrada y de largo plazo, la cual permita anticiparnos al desarrollo urbano y acceso al suelo; desarrollar procesos integrales de densificación en torno a infraestructura de alto estándar; impulsar una potente política de arriendos sociales; mejorar las condiciones de los barrios y especialmente, asegurar el respeto a la certeza jurídica.

Breve historia de las COP e hitos relevantes

Ante la necesidad de crear conciencia mundial sobre el Cambio Climático, en 1992, nace la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), con el objetivo de regular la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI)[15]. Como consecuencia, se crea la Conferencia de las Partes (COP), órgano supremo de la Convención y de la asociación de todos los países participantes. En su estructura, la COP realiza reuniones anuales en las que participan expertos medioambientales, científicos, ministros, jefes de estado y ONG.

[9] Agradecemos los valiosos comentarios de Francisco Valdés, economista CChC, para la elaboración de esta subsección.

[10] Para mayor detalle ver "Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 1992-2050. Total País. Metodología y Principales Resultados"; INE.

[11] 2,3% entre el CENSO de 1982 y 2002 y 2,1% entre CENSO 2002 y 2017.

[12] En total, considerando como horizonte de largo plazo, para el año 2050 se estima existirán 11.609.434 hogares en Chile, lo que hace necesario contar con 5.957.797 nuevas soluciones habitacionales.

[13] Promedio de subsidios efectivamente ejecutados por año considerando el periodo 2009-2018.

[14] Fuente: Informe inmobiliario CChC.

[15] En su artículo 2°, el objetivo último de dicha convención y de todo instrumento jurídico conexo es "lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático".

A partir de 1995, estas conferencias se han realizado con periodicidad anual, siendo las más relevantes las que se mencionan a continuación[16]. En 1997, en la COP3, se firma el Protocolo de Kioto, el cual establece metas de reducciones -vinculantes- de las emisiones de GEI para 37 países industrializados, entrando en vigencia en 2008. Los países desarrollados debían reducir en cinco años sus emisiones de GEI en un 5% respecto al nivel de 1990 (cada país debía cumplir sus metas de reducciones en 2012). Estados Unidos y China, los dos países más contaminantes del mundo, no ratificaron el documento.

Luego, en 2009, se celebró la COP15 en Copenhague, en donde se acordaría reducir las emisiones mundiales de CO2 equivalente[17] a menos de 50% para 2050 respecto de 1990, pero China, EE.UU., India, Brasil y Sudáfrica decidieron que los acuerdos no tendrían carácter vinculante. Al año siguiente, en la COP16 en Cancún, se crea el Fondo Verde Climático para que los países más ricos aporten para que los de menos recursos financien los costos de la lucha contra el cambio climático.

Posteriormente, en la COP21 de 2015 se adopta el Acuerdo de París, que tiene como objetivo limitar el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2 °C, medida adoptada por 197 países, de los cuales 157 han entregado compromisos nacionales de lucha contra el cambio climático[18]. Además, se estipuló que los países podrían usar mecanismos de mercado (compraventa de emisiones) para cumplir sus objetivos.

Finalmente, en 2019 se realizaría la COP25 con sede en nuestro país. Sin embargo, en razón de la crisis político-social que ha vivido nuestro país, se cambió la sede a España, manteniendo Chile la presidencia. Uno de los grandes objetivos de esta COP era obtener una decisión respecto al libro de reglas del mercado de carbono (Artículo 6° del Acuerdo de París), sin embargo, no se obtuvo consenso en dicha materia. No obstante lo anterior, se reconoció la importancia del océano y se acordó garantizar la integridad de los ecosistemas oceánicos y costeros en el contexto del cambio climático. Además, se reconoció la relevancia de la ciencia como sustento para adoptar las medidas necesarias para afrontar el cambio climático, y de la agenda de género en esta materia, entre otros.

Actualización de Contribución Nacionalmente Determinada (NDC)

Chile, como país miembro de la CMNUCC, presentó su actual Contribución Nacionalmente Determinada (NDC)[19] en septiembre del 2015, ratificando en enero de 2017 el Acuerdo de París[20]. El compromiso presentado por Chile plantea reducir en un 30% la intensidad de emisiones de GEI hacia el año 2030 (respecto del año 2007), en un intento por desacoplar el crecimiento económico de las emisiones de GEI; y reducir este indicador de intensidad hasta en un 45% –siempre que se cuente con apoyo internacional–. Además, Chile

[16] Para mayor detalle, ver Anexo 1.

[17] CO2 equivalente (eq) es una medida en toneladas de la huella de carbono (totalidad emisiones GEI). En lo que resta del documento, cuando hablemos de CO2, haremos referencia a CO2 eq.

[18] Sin embargo, de acuerdo con EcoInventos y El Boletín de España, a noviembre de 2018, sólo 58 países han traducido sus compromisos en leyes y políticas nacionales, y sólo 16 han cumplido con sus compromisos. Estos 16 países son Argelia, Canadá, Costa Rica, Etiopía, Guatemala, Indonesia, Japón, Macedonia, Malasia, Montenegro, Noruega, Papúa Nueva Guinea, Perú, Samoa, Singapur y Tonga.

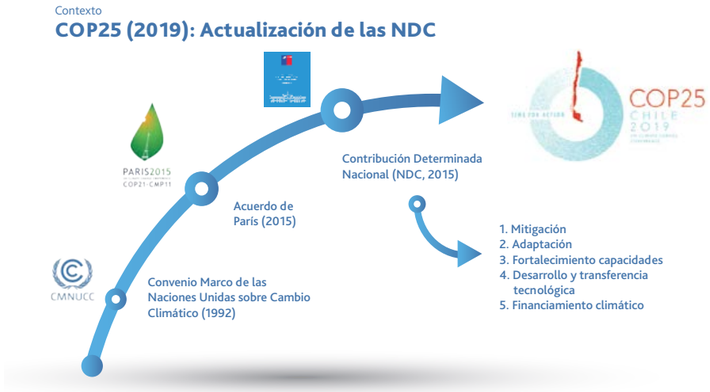
[19] La contribución determinada a nivel nacional es la comunicación oficial del Gobierno parte del acuerdo, conforme al cual informa qué acciones definidas en los artículos 4, 7, 9, 10, 11 y 13 del respectivo convenio va a adoptar con miras a alcanzar el propósito del acuerdo de Paris enunciado en su artículo 2.
El compromiso se divide en cinco pilares: i) mitigación, ii) adaptación, iii) construcción y fortalecimiento de capacidades, iv) desarrollo y transferencia de tecnologías, y v) financiamiento en materia de mitigación.

[20] Decreto Supremo N° 30 del Ministerio de Relaciones Exteriores.

considera un par de metas del sector forestal[21]: manejo sustentable de 100.000 hectáreas de bosque nativo y forestación de otras 100.000 hectáreas de bosque, principalmente con especies nativas; estas propuestas fueron condicionadas a la extensión de la aplicación del Decreto de Ley 701 y a la aprobación de una nueva ley de fomento forestal.

En materia de adaptación, en lo que nos interesa cabe destacar que Chile se compromete al año 2021 a la "Implementación de acciones concretas para incrementar la resiliencia en el país, en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y de los planes sectoriales", en cuyo marco elaboró el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático (2017-2022); y el Plan de Adaptación al Cambio Climático para ciudades (2018-2022).

Figura 1: COP y NDC



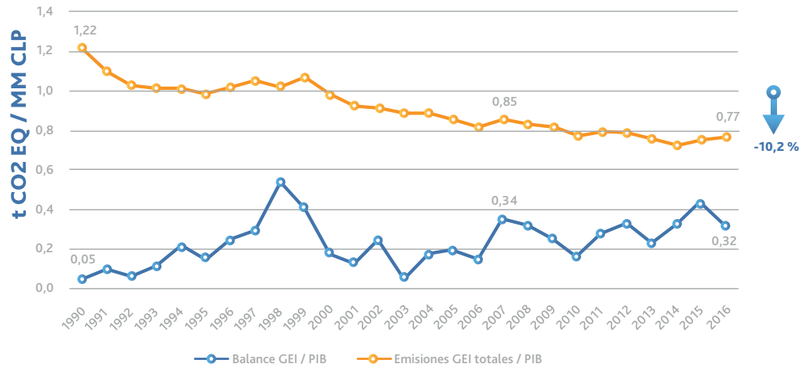
Fuente: CChC.

En el contexto de la COP25, el desafío actual es la actualización de nuestra NDC. De acuerdo con el Acuerdo de París, esta actualización debe incorporar metas más ambiciosas cada vez. En el caso de nuestro país, está en proceso de consulta pública que la meta sería sobre las emisiones absolutas en vez de en términos de la intensidad –emisión/PIB–, y que esta meta sea incondicional y no sujeta a crecimiento económico futuro o aportes monetarios internacionales como la actual.

Cabe destacar que la meta definida en nuestra actual NDC tiene un avance de cumplimiento de aproximadamente un tercio (ver Gráfico 1), y se espera su cumplimiento hacia 2030. Sin embargo, existe consenso en que esta meta no es suficiente, dado el escenario crítico en que se encuentra nuestro planeta en cuanto a la escalada en los niveles de emisión, especialmente en lo más reciente, como veremos más adelante.

[21] UTCUTS: uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

Gráfico 1: Intensidad de GEI de Chile por Producto Interno Bruto (PIB)



Fuente: CChC en base a datos de Inventario GEI Nacional (MMA) y de Banco Central de Chile.

Respecto del contenido del anteproyecto NDC, éste se divide en cuatro: Mitigación, Adaptación, Componentes Integrados y Medios de Implementación. En esta actualización se propone una reducción de 45% de los valores de emisiones netas de 2016 (última medición disponible) para 2030, definiendo 2027 como el "año peak". Es decir, para dicho año Chile alcanzará su máximo de emisiones, para luego, reducir progresivamente sus niveles hasta la carbono-neutralidad en 2050.

Según especialistas en el tema, Chile se posiciona en un lugar distinto al comprometerse a una meta absoluta de reducción y no una condicionada al crecimiento económico, como en 2015. La meta del 45%, además, se acerca a lo que el IPCC -panel científico que asesora a la ONU en cambio climático-, recomienda si se quieren cumplir los compromisos del Acuerdo de París. Sin embargo, al igual que en 2015, el gobierno condicionó el compromiso al financiamiento externo[22].

El gobierno ahora debate si incluir o no el llamado "presupuesto de carbono" en su NDC. Esto tiene que ver con una cantidad máxima de CO_2 que le corresponde emitir para lograr la meta global del Acuerdo de París de limitar el calentamiento en 1,5 °C. Este modelo permite cifrar el máximo de emisiones que le quedan a Chile, que según científicos está en unos 1.200 millones de toneladas de CO_2.

Siguiendo el Acuerdo de París para las NDC Chile incluyó algunos planes de adaptación, como la protección de océanos y la promoción de la economía circular. Así, por ejemplo, se compromete a definir una metodología para medir la huella hídrica para 2025. Además, se fija el año 2020 como la fecha en que se hará la "Hoja de Ruta de Economía Circular 2020 a 2040", una transición hacia una economía circular con medidas a

[22] Nota El esperado plan de recorte de emisiones de Chile. Revista Qué Pasa, 15 de octubre de 2019.

05513

corto, mediano y largo plazo. En 2020 también se hará una "Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos". Y en cuanto a océanos –prioridad del gobierno con la llamada "COP Azul"–, se propone que todas las áreas marinas protegidas tengan un plan de manejo con acciones de adaptación a efectos del cambio climático.

Chile podría ser el primer país en actualizar sus NDC

Si Chile concreta el envío de la actualización de su NDC para la COP25, será el primer país del mundo en hacerlo, enviando una clara señal a otros países.

El presidente Piñera anunció en Nueva York la "Alianza de Ambición Climática", un grupo de 67 países que se comprometieron a una mayor ambición de reducción de emisiones y llegar a la carbono-neutralidad en 2050. Pero la Alianza representa apenas el 8% de las emisiones actuales de gases de efecto invernadero (GEI).

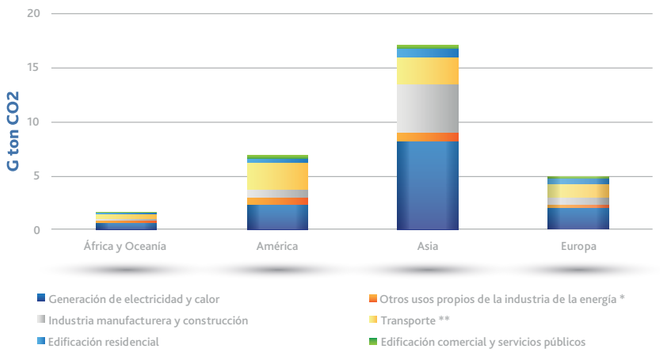
Según anunciaron en Nueva York, 11 países, además de Chile, ya iniciaron sus procesos para la presentación de la actualización de su NDC: Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Islandia, Luxemburgo, Holanda, Portugal, España, Suecia y Reino Unido. Además, Francia, Alemania y Holanda han presionado en la Unión Europea para que el bloque se comprometa a reducir sus emisiones en 55% para 2030, pero han encontrado la oposición de países como Polonia.

En Europa, Finlandia será carbono-neutral para 2035 (antes que cualquier otro país). Otros apuestan al fin de las termoeléctricas a carbón, como Grecia a 2028 y Hungría a 2030. En América Latina, Chile y Costa Rica han destacado con sus planes de descarbonización, pero Brasil, México y Argentina ni siquiera fueron parte de la cumbre de Nueva York.

Emisiones del sector Construcción en el contexto global

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA), y con respecto a las emisiones provenientes de la quema de combustibles, a 2016, Asia tendría una participación del 56% de las emisiones de CO_2 globales, resultado en que inciden mayormente las emisiones de China, India y Japón. Los sectores con mayor contribución a la emisión serían la generación de electricidad y calor (cerca de 43%) y el transporte (cerca del 21%). Las edificaciones de uso residencial, comercial y para servicios públicos, contribuyen con cerca del 9% de las emisiones.

Gráfico 2a: Emisiones de CO2 por sector, según región (2016)



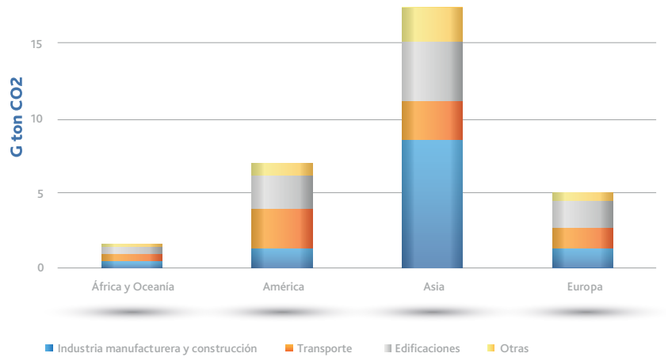
* Incluye emisiones de uso propio en refinación de petróleo, fabricación de combustibles sólidos, extracción de carbón, extracción de petróleo y gas y otras industrias productoras de energía.

** Sólo se considera transporte terrestre.

Fuente: CChC en base a datos de Agencia Internacional de Energía (IEA).

Sin embargo, luego de asignar las emisiones de la generación de electricidad y calor a través de los sectores, la industria manufacturera y construcción contribuye con un 38% de las emisiones, mientras que las edificaciones (lo construido) y el transporte contribuyen con el 27% y un 22%, respectivamente.

Gráfico 2b: Emisiones de CO2 por sector, según región (2016)



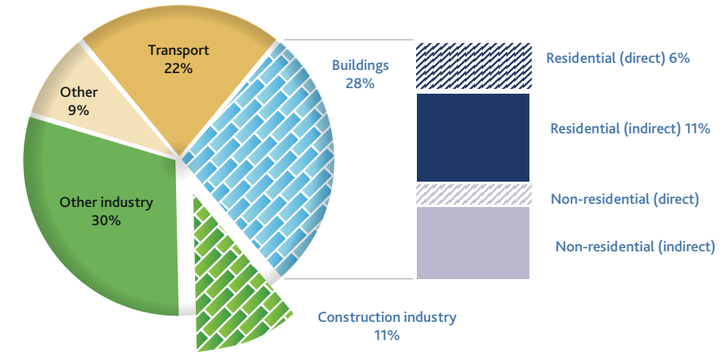
* Otras incluye agricultura, silvicultura, pesca y otros no especificados.

Fuente: CChC en base a datos de Agencia Internacional de Energía (IEA).

05514

Reforzando el punto anterior, definiciones internacionales posicionan al sector como un emisor mucho más relevante, considerando el ciclo de vida completo de los proyectos. Por ejemplo, según la agencia internacional Global Alliance for Buildings and Construction (2018), el sector Construcción acumula cerca de 40% del total de las emisiones de CO2 a nivel global relacionadas a la generación de energía. De este total, cerca de 70% se explica por la emisión en el proceso constructivo y el tiempo operativo (vida útil) de las obras. Esto se traduce en la participación por parte del sector en el agregado de cerca de 30% del total de las emisiones a nivel global[23].

Gráfico 3: Participación de energía global relacionada con emisiones de CO2 por sector (2015)



Fuente: CChC en base a IEA (2017), Estadísticas y balances energéticos mundiales, IEA/OCDE, París, www.iea.org/estadisticas

Nota: La "industria de la construcción" es una estimación de la porción del sector industrial general que se dedica a la fabricación de insumos para la construcción de edificación, como acero, cemento y vidrio.

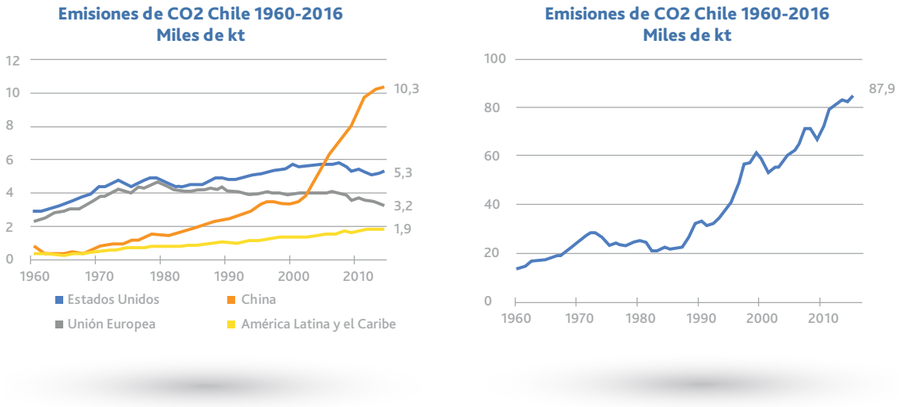
[23] Esto considerando que en el caso de Chile a 2016, la generación de energía contribuye en un 78% de las emisiones de GEI. Es decir, la participación del sector construcción sería de un 40% sobre el 78% del agregado, lo que da como resultado una contribución de 30% en el total de emisiones GEI.

Emisiones de Chile en el contexto global

De acuerdo con el Tercer Informe Bienal de actualización de Chile sobre Cambio Climático (2018), a 2016, la emisión de CO2 de nuestro país alcanzaba los 111,7 miles de kt de CO2 equivalente[24], aumentando cerca de 4 veces en los últimos 30 años.

A nivel mundial, Chile contribuyó el año 2012 con un 0,25% de las emisiones globales. A nivel latinoamericano, su contribución fue cerca del 4,7% de las emisiones de la región, situándose por debajo de México, Brasil, Argentina y Venezuela. Cabe destacar que la contribución de Chile al PIB mundial es de un 0,34%, mientras que su contribución al PIB de América Latina es de un 5,7%, lo que indicaría que nuestra actividad económica es menos intensiva en emisiones que el promedio del mundo y de la región.

Gráfico 4: Emisiones de CO2 de Chile, contexto global y su evolución



Fuente: CChC en base a datos del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional.

Emisiones de Chile a nivel regional

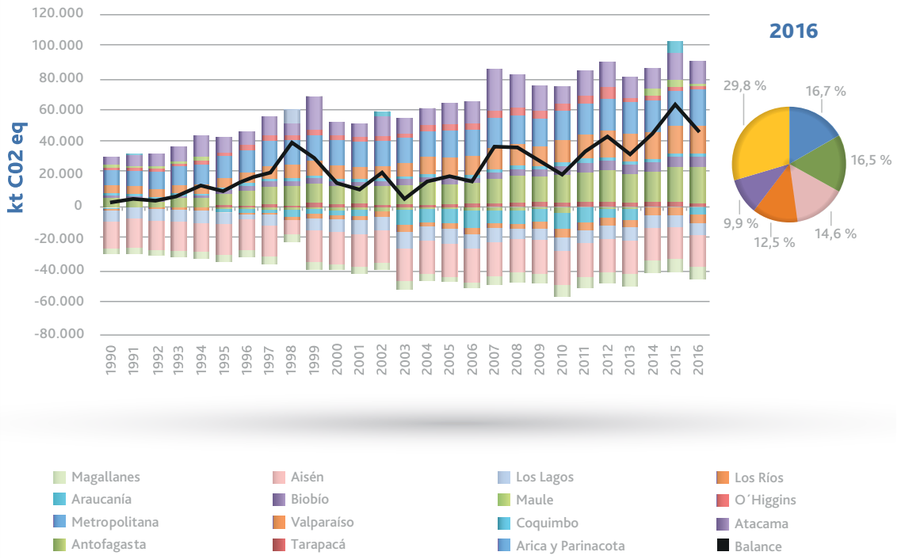
De acuerdo con el Informe Inventarios Regionales de Gases de Efecto Invernadero (2019) del Ministerio de Medio Ambiente, al analizar las emisiones y absorciones de GEI de Chile por región se observan un primer grupo de regiones que son emisoras netas (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O´Higgins, Maule y Biobío) y un segundo grupo de regiones que son sumideros netos[25] (Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Magallanes y Aisén).

[24] La definición de CO2 equivalente incluye CO2, CH4, N2O y gases fluorados. A 2016, la emisión de CO2 de nuestro país alcanzaba los 87,9 miles de kt de CO2. Para mayor detalle, ver Gráfico 4.

[25] En general la condición de emisora o sumidero se mantiene durante la serie excepto para algunas regiones sumideros que debido principalmente a incendios forestales mueven su balance de GEI hacia la emisión. Ejemplo de ello son la región de Los Lagos (1998), Araucanía (2002 y 2015) y Maule (1990-1994 y 2014-2016).

En 2016, las principales regiones que influyeron en el balance de GEI de Chile, en términos absolutos, fueron Metropolitana (16,7%), seguida de Antofagasta (16,5%), Valparaíso (12,5%) y Biobío (9,9%) como emisores netos, y Aisén (14,6%) como sumidero neto. Las otras regiones representaron un 29,8%.

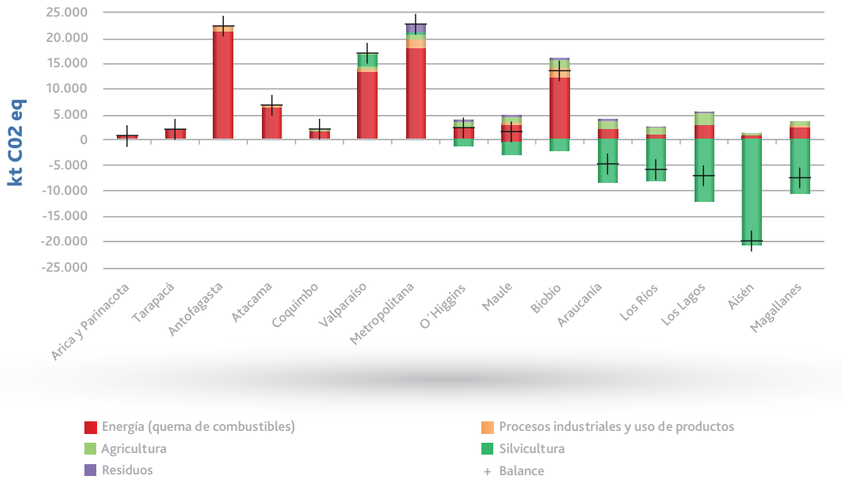
Gráfico 5: Emisiones y absorciones de GEI (kt CO2 eq) de Chile por región (1990-2016)



Fuente: Informe Inventarios Regionales de Gases de Efecto Invernadero (2019). Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Cabe destacar que, como se observa en el gráfico anterior y en términos de su balance de GEI (emisiones menos absorciones), Chile ha estado cerca de la "carbono neutralidad" a comienzos de la década de los 90 y en 2003, por lo que, si bien el desafío que se plantea hacia 2050 es ambicioso, éste está lejos de ser inalcanzable.

Gráfico 6: Emisiones y absorciones de GEI (kt CO2 eq) de Chile por región y sector (2016)



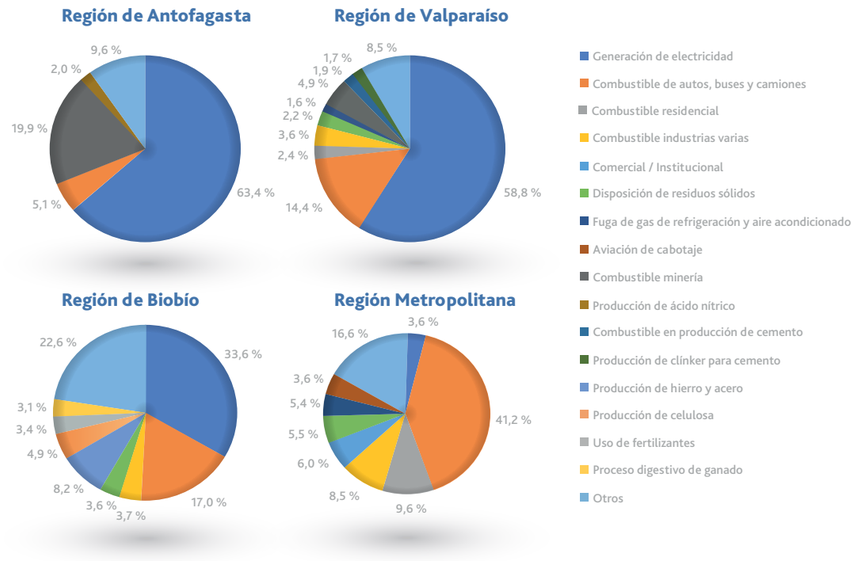
Fuente: Informe Inventarios Regionales de Gases de Efecto Invernadero (2019). Equipo Técnico Coordinador del MMA

Haciendo un análisis más detallado de las regiones de mayor emisión –las cuales en su conjunto representan cerca de 55% del total a nivel nacional– se observa que, en las regiones de Antofagasta, Valparaíso y Biobío, la generación de electricidad es la fuente principal de emisión de GEI (63,4%, 58,8% y 33,6%, respectivamente). En el caso de la Región Metropolitana, la fuente principal de emisión es el combustible de autos, buses y camiones (cerca de un 41%), apareciendo en segundo lugar el combustible residencial (9,6%) y en tercer lugar el uso Comercial/Institucional (8,5%).

En lo que es propio al sector Construcción, particularmente en la industria de la producción de insumos relacionados con el sector, aparecen como fuentes de emisión menores el combustible en producción de cemento (1,9%) y la producción de clínker para cemento (1,7%) en Valparaíso, y la producción de hierro y acero en Biobío (8,2%).

Relacionados también con la edificación y el uso de lo construido, aparecen la disposición de residuos sólidos (2,2% en Valparaíso, 3,6% en Biobío y 5,5% en Región Metropolitana), y la fuga de gas de refrigeración y aire acondicionado (1,6% en Valparaíso y 5,4% en Región Metropolitana).

Gráfico 7: Principales fuentes de GEI a nivel regional (2016)



Fuente: CChC en base al Informe de Inventarios Regionales de Gases de Efecto Invernadero del MMA (2019).

Emisiones de Chile en el sector Construcción

En Chile no existen cifras oficiales por parte de la autoridad que den cuenta de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector Construcción.

Complementando el análisis de la subsección anterior, y partiendo de la base que, debido a la metodología utilizada (que obedece a estándares internacionales[26]) y a la falta de reporte de datos del sector, no hay un catastro oficial y directo de emisiones de GEI del sector Construcción; a partir del Tercer Informe Bienal de actualización de Chile sobre Cambio Climático (2018), es posible aproximarse a una estimación de las emisiones relacionadas con el sector Construcción.

Respecto del impacto ambiental del proceso constructivo, no existen registros que permitan cuantificar éste en su totalidad[27]. No obstante, una de las principales fuentes de emisión de CO2 relacionadas con el sector corresponde a la producción industrial de insumos.

De esta manera, asumiendo que la totalidad de la producción nacional de cemento, hierro, acero, vidrio y alquitrán (y por ende asfalto), se utiliza en la Construcción, la elaboración y producción de insumos relevantes alcanzaría un 7,5% de las emisiones totales del país. Al incorporar la importación de cemento[28], la emisión aumenta al 8,3%.

Adicionalmente, la emisión del transporte de carga[29] y el uso de maquinaria especializada contribuye con un 8,7% de las emisiones a nivel nacional.

Finalmente, las emisiones relacionadas al uso de energía del sector comercial, público y residencial (CPR) alcanzan el 5,8% de las emisiones totales[30]. Con todo lo anterior, el sector Construcción podría potencialmente participar en cerca de 22,8% del total de las emisiones GEI del país.

Compromiso 1:

La CChC se compromete a la búsqueda de un Convenio con el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Energía para que las Empresas Cámara realicen periódicamente un reporte sobre las emisiones de GEI de su actividad, con el fin de contribuir a la elaboración de los próximos Informes Bienales sobre Cambio Climático, y así, tener un catastro del sector que sirva como línea base para futuras metas de mitigación.

[26] La Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente de Chile diseñó, implementó y ha mantenido, desde 2012, el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), el cual permite llevar el Inventario de Gases de Efecto Invernadero, cuyas estimaciones se hacen conforme las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Además, el INGEI de Chile ha sido elaborado cumpliendo los requisitos de información de las Directrices de la Convención para la presentación de los informes bienales de actualización de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención y de las Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención.

[27] En particular, no existen registros sobre otros tipos de emisión, tales como el Material Particulado (MP).

[28] El cálculo de las emisiones de las importaciones de cemento utiliza como supuesto fuerte que la producción fuera de Chile es similar en intensidad de emisión a la producción nacional.

[29] Producto de la metodología utilizada en el Informe Bienal, el transporte de carga incluye irreparablemente emisiones por concepto de transporte de pasajeros. Por lo tanto, la emisión atribuida al sector Construcción podría estar siendo sobredimensionada.

[30] Se presume que esta contribución es menor a la obtenida en los cálculos a nivel internacional debido a que, a diferencia de otras economías desarrolladas y en desarrollo, en promedio, nuestras temperaturas máximas y mínimas no son tan extremas, por lo cual la incidencia y uso de calefacción y enfriamiento de aire (climatizadores) es considerablemente menor.

05517

Diagnóstico nacional

Habiendo realizado un análisis detallado de las emisiones del país y una estimación de las emisiones del sector Construcción, a continuación, se analizará el grado de vulnerabilidad del país ante el cambio climático. De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), los criterios de vulnerabilidad ante el cambio climático son los siguientes:

1. Ser un país con zonas costeras bajas.
2. Ser un país con zonas áridas o semiáridas, o con bosques y áreas expuestas al deterioro forestal.
3. Ser un país con territorios susceptibles a desastres naturales.
4. Ser un país con zonas expuestas a la sequía y a la desertificación.
5. Ser un país con zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica.
6. Ser un país con zonas de ecosistemas frágiles, como los ecosistemas montañosos.
7. Ser un país cuya economía depende en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles[31] y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo.
8. Ser un país insular y pequeño.
9. Ser un país sin litoral o un país de tránsito.

De acuerdo con el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, Chile es un país altamente vulnerable al cambio climático, cumpliendo con los primeros siete criterios de vulnerabilidad de los nueve enunciados.

A partir del análisis realizado en esta sección, y considerando: 1) que el cambio climático es un hecho inequívoco; 2) que no existe consenso científico sobre la contribución antropogénica al fenómeno; 3) el nivel de contribución de nuestro país en términos de emisión de GEI; 4) su alta vulnerabilidad al cambio climático; y 5) que las medidas de mitigación están completamente alineadas con una adecuada responsabilidad preventiva y con políticas que contribuyen a la eficiencia en el uso de recursos; Chile debe poner sus esfuerzos en impulsar medidas de Adaptación y Mitigación, con énfasis en la Adaptación y sin dejar de lado la Mitigación.

A continuación, el análisis se adentra en el primero de los dos ejes principales de trabajo, el eje de Adaptación y las líneas potenciales de acción que puede llevar a cabo el sector de la Construcción.

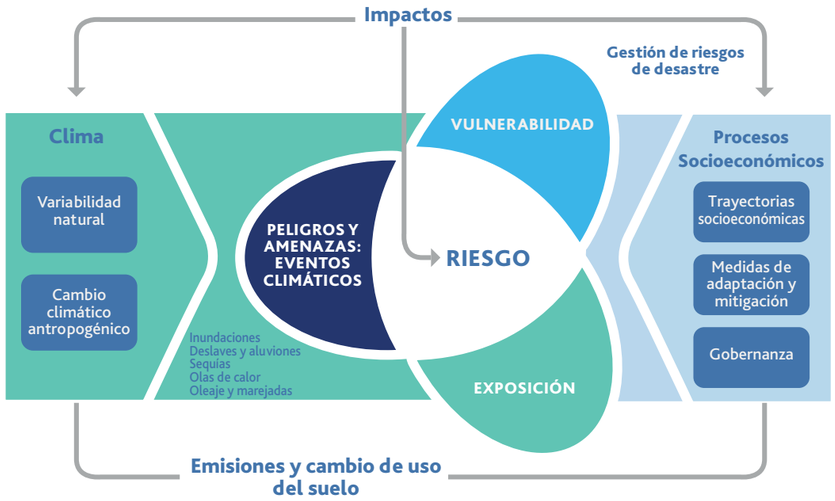
[31] Los combustibles fósiles son cuatro: petróleo, carbón, gas natural y gas licuado del petróleo. Éstos se han formado a partir de la acumulación de grandes cantidades de restos orgánicos provenientes de plantas y de animales. De acuerdo con el Banco Mundial (2015), en Chile, el consumo de energía procedente de combustibles fósiles es un 74,6% del total.

Adaptación

En esta subsección se analizarán los principales aspectos relacionados con las medidas de adaptación a considerar para el caso chileno, acorde con los antecedentes presentados en la sección anterior. Como punto de partida, identificaremos los esfuerzos efectuados por parte del sector público en esta materia, para luego especificar aspectos relevantes sobre los cuales desarrollar soluciones de cara al cambio climático y su impacto en nuestro país.

A partir de las recomendaciones del IPCC en gestión del riesgo (ver Figura 2), se observa la importancia de los planes sectoriales de adaptación al cambio climático en la gestión de riesgos de desastres. A continuación, se analizan los planes en que como Cámara consideramos relevante tener una postura al respecto.

Figura 2: Gestión del riesgo de desastres ante cambio climático



Fuente: CChC a partir de IPCC (2012).

Planes generales gubernamentales: las bases de las nuevas NDC

Los gobiernos de turno han desarrollado planes en esta materia desde hace ya bastante tiempo. Lo anterior, a partir de múltiples instancias sectoriales, principalmente asociadas a coordinaciones interministeriales lideradas por el Ministerio de Medio Ambiente. Sin embargo, en materia de adaptación cabe destacar la vigencia de dos planes, los cuales constituirían una base importante para efectos de las próximas NDC a declarar por parte del Estado de Chile.

Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022 (MOP/MMA)

Elaborado durante la administración anterior, este plan sienta las bases para efectos de integrar conceptos tanto de adaptación como de mitigación al desarrollo de obras públicas de distintas tipologías. Lo anterior, con el fin de adaptarse a los cambios hidrometeorológicos futuros en un marco de resiliencia y sustentabilidad, además de contribuir a mitigar la generación de gases de efecto invernadero en las distintas fases del ciclo de vida de los proyectos[32]. Aspectos relevantes en materia de adaptación al cambio climático se resumen en el siguiente cuadro:

Líneas de Acción	Medidas	Detalle
Cambios metodológicos para incorporar la gestión del **riesgo hidroclimático** futuro en la evaluación, diseño y planificación de servicios de infraestructura.	• Incorporación de cambios metodológicos en la **evaluación económica** de obras de infraestructura con perspectiva de largo plazo y en las etapas de desarrollo de obras de infraestructura: > Asociadas a la **provisión de recursos hídricos**: Embalses de Regadío. > En **zonas costeras.** > Asociadas a **conectividad y protección del territorio** que se pueden ver afectadas por eventos extremos de origen hidrometeorológico. • Generar programas de **protección del territorio frente a lluvias intensas.**	> Responsable: MOP Colaborador: MIDESO > Infraestructura vial de conectividad y aeroportuaria. > Infraestructura hidráulica de **evacuación y drenaje de aguas lluvia.** > **Obras de manejo de cauce y control aluvional.**
Monitoreo de amenazas	Mejoras en monitoreo de: • **Disponibilidad de recursos hídricos:** Ampliar la densidad de estaciones en glaciares, cuenca y sub-cuencas de zonas con cobertura de nieve. • Caudales extremos. • **Amenazas costeras.**	
Monitoreo de vulnerabilidad de la infraestructura.	• **Revisión periódica de obras fluviales, de drenaje y viales.** • Incorporación de **monitoreo semi-continuo del impacto de obras de infraestructura costera.**	

Dentro de esta materia, destacan puntos importantes, como la colaboración del Ministerio de Desarrollo Social y Familia dentro de cambios en las metodologías de evaluación social de proyectos de obras públicas. En particular, considerando obras de infraestructura vial, aeroportuaria (de conectividad en general), hidráulica (evacuación y drenaje de aguas lluvia) y obras de manejo de cauces y control aluvional. Destacan también los esfuerzos en materia de monitoreo de amenazas y vulnerabilidad sobre ciertos tipos de infraestructura.

Plan de Adaptación Cambio Climático para Ciudades 2018-2022 (MINVU/MMA)

Este plan se encuentra actualmente en etapa de desarrollo, en cuanto a servir como lineamiento principal de cara a la posterior conformación de equipos de trabajo en las distintas dimensiones críticas a priorizar con vistas a generar condiciones para aumentar la resiliencia de las ciudades ante los crecientes riesgos que presenta el cambio climático. En particular, preliminarmente el plan considera los siguientes ejes como relevantes a la hora de identificar líneas de acción y sus medidas correspondientes:

[32] Plan de acción de los servicios de infraestructura al cambio climático, p. 51

Eje 1: Planificación urbana y ordenamiento territorial[33]

Líneas de Acción	Medidas	Detalle
Instrumentos de planificación territorial y normas urbanas.	• Perfeccionar la identificación del riesgo en las distintas escalas de planificación territorial.	> Actualizar los contenidos de los **estudios de riesgo.** > Incluir dentro de las **condiciones de elegibilidad del Programa de Asistencia Técnica y Financiera de IPT del MINVU,** un enfoque integral de adaptación al cambio climático y reducción de riesgo de desastres.
	• Avanzar en la definición de estándares de planificación y urbanización para evitar lesiones o pérdida de vidas, medios de subsistencia y bienes ante impactos climáticos.	> Definición de **criterios para la ubicación y redundancia de equipamientos que deben mantenerse en funcionamiento** durante eventos climáticos extremos. > Definición de **estándares de urbanización para facilitar la evacuación** hacia zonas seguras ante eventos climáticos extremos.

Eje 2: Infraestructura y construcción sostenible

Líneas de Acción	Medidas	Detalle
Inversión en infraestructura	• Fortalecer la adaptación al cambio climático desde la perspectiva de la infraestructura pública.	> Generar estándares de diseño y construcción de proyectos desde perspectiva de adaptación al C.C. > Generar procedimientos para la protección de Infraestructura Hidráulica, Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, y Obras de Manejo de Cauce y Control Aluvional. > Cambios metodológicos en la etapa de desarrollo de obras de infraestructura en zonas costeras. (Generación de base de datos de clima de oleaje).
	• Impulsar la gestión del agua frente a los impactos del cambio climático. (Asegurar abastecimiento de agua a la población).	> Eficiencia en el uso del agua: reducir el nivel de pérdidas de agua potable. > Priorización de ciudades en función de las proyecciones de precipitaciones y de los riesgos de eventos extremos (sequías, inundaciones) para la implementación de medidas adaptativas en la infraestructura sanitaria. > Efectuar un estudio del impacto del cambio climático en la infraestructura sanitaria, a fin de promover medidas adaptativas. > Plan de infraestructura sanitaria que permita aumentar la capacidad de agua almacenada en función de la realidad territorial de cada ciudad.
	• Incorporar el cambio climático en la **evaluación social de proyectos de ciudad.**	> Desarrollar metodología para la incorporación del cambio climático en el sistema de la evaluación social de proyectos de inversión pública.
	• Impulsar **proyectos de infraestructura verde** en ciudades. (Integra sinergias de adaptación y mitigación: contrarresta islas de calor, protección contra inundaciones, entre otros).	> Elaboración de planes estratégicos de infraestructura verde, en consonancia con PROT, PLADECO, IPT´s y planes de inversión. > Relacionarlo con plan de inversiones de municipalidades de la ley de aporte al espacio público, como "desarrollo de espacios públicos". > Estudiar el impacto de las olas de calor sumado al efecto de islas de calor urbanas.
	• Concebir al espacio público como soporte para la adaptación al cambio climático.	> Propiciar proyectos de espacio público armónicos con su entorno y clima.

Eje 3: Gestión local y colaboración interinstitucional

Líneas de Acción	Medidas	Detalle
Generación de capacidades y colaboración	• Generación de asociaciones público-privadas de cooperación y acción frente al cambio climático cuya misión es apoyar el diseño y la implementación de acciones dirigidas a mejorar la capacidad de adaptación de los territorios.	> Realizar convenios de asociación pública-privada para la implementación de acciones y medidas de Planes de Adaptación y Acción de cambio climático.

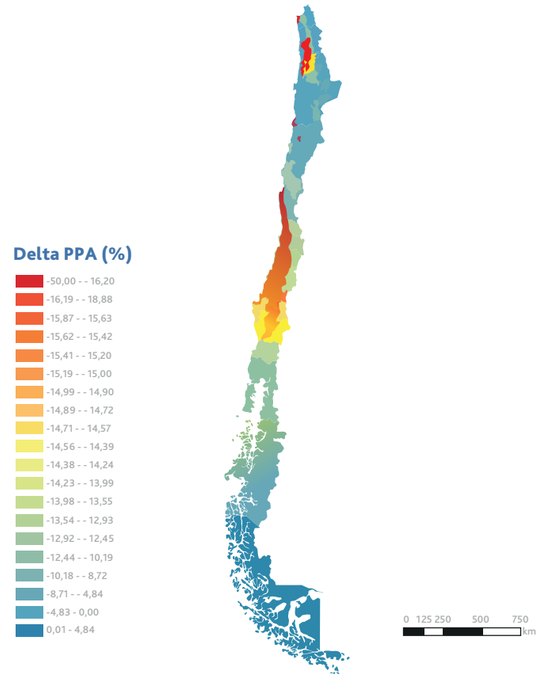
De esta manera, se puede observar que los ejes expuestos abarcan conceptos importantes, desde la integración y cooperación intersectorial, con el objetivo de incorporar aspectos de riesgo en la planificación urbana y construcción de las ciudades, hasta el asegurar la continuidad y la eficiencia en el uso del recurso hídrico dentro de estas.

Sin embargo, este plan aún se encuentra en etapas bastante preliminares, por lo que a continuación, el desarrollo del documento se abocará a aspectos que consideramos como Cámara deben ser tratados con urgencia, en la medida que existen fenómenos que actualmente están impactando a nuestro país producto

[33] Cabe destacar que, durante el año 2010, en el Instituto de la Construcción, y por encargo del MINVU, se preparó un borrador de norma sobre emplazamiento y requerimientos normativos de equipamiento y servicios críticos. Esta norma nunca se ha promulgado, porque excede las facultades normativas del MINVU, y afecta políticas de equipamiento dependientes de otros ministerios.

del cambio climático. En particular, preocupación permanente genera el actual escenario de escasez hídrica que atraviesa el país, específicamente en la zona centro-norte. La disminución del volumen en las precipitaciones y el número de días de lluvias se espera continúen agravándose en el mediano-largo plazo, con especial fuerza desde las regiones de Valparaíso hasta Biobío.

Figura 3: Variación de la precipitación en este siglo (2050)



Fuente: ODEPA, U. de Chile.

Escasez hídrica y necesidades de inversión

Este punto es fundamental en cuanto a las acciones de adaptación al cambio climático que debe incurrir Chile. Los diagnósticos son múltiples y consensuados; en materia de disponibilidad hídrica, Chile es uno de los países que más se ve afectado en términos relativos a nivel mundial. En un estudio reciente publicado por el World Resources Institute sobre los niveles de estrés hídrico que poseen los países -este definido como

la relación entre la demanda de agua y la cantidad disponible en el territorio- Chile se ubica en el lugar 18 de un total de 164 países, sin embargo, se ubica primero en el rango de países con altos niveles de estrés hídrico[34]. Esto pone en evidencia los desequilibrios existentes dentro del país, en particular considerando los retiros del recurso debido a aumentos sostenidos en la demanda. Específicamente, el reporte indica que, en promedio, en Chile se retira más del 40% de la oferta hídrica total disponible cada año.

Por otro lado, al observar los niveles de almacenamiento catastrados por la Dirección General de Aguas hacia abril del presente año, vemos que gran parte de los embalses se encuentra muy por debajo de su capacidad, en promedio cerca de 44%, aunque a nivel agregado se observa un déficit actual de 70% considerando el total de capacidad relativo a lo captado a nivel nacional, situación que se viene agravando en lo más reciente.

Tabla 1: Volúmenes almacenados en embalses
(millones de litros de capacidad y porcentaje ocupado al 30 de abril de 2019)

Embalse	Región	Cuenca	Capacidad	Apr-18	Apr-19
Conchi	II	Loa	22	16	16
Lautaro	III	Copiapó	26	23	11
Santa Juana	III	Huasco	166	166	142
La Laguna	III	Elqui	38	38	38
Puclaro	III	Elqui	209	201	175
Recoleta	III	Limarí	86	79	64
La Paloma	III	Limarí	750	539	448
Cogotí	III	Limarí	156	124	74
Culimo	III	Quilimarí	10	7	6
El Bato	III	Choapa	26	22	13
Corrales	III	Choapa	50	23	23
Rungue	RM	Maipo	2	0	0
Convento Viejo	VI	Rapel	237	151	108
Colbún	VII	Maule	1.544	745	692
Lag. Maule	VII	Maule	1.420	299	392
Bullileo	VII	Maule	60	1	0
Digua	VII	Maule	225	18	0
Tutuvén	VII	Maule	22	3	2
Coihueco	VIII	Itata	29	8	3
Lago Laja	VIII	Biobío	5.582	893	1.043
Total			10.660	3.357	3.250
				Déficit actual	**70%**

Fuente: DGA

En cuanto a necesidades de inversión, CChC ha realizado ejercicios de carácter preliminar a la hora de identificar esta, acorde con el tipo de infraestructura hídrica requerida en línea con combatir los efectos del cambio climático. Específicamente, a partir del informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018-2027, se consideran inversiones asociadas a aumentos en la disponibilidad del recurso a nivel agregado, en particular a partir de la construcción de obras de almacenamiento y conducción del recurso y utilización de embalses subterráneos. Por otro lado, el asegurar abastecimiento en zonas urbanas ante eventos de desastre también está considerado dentro de las necesidades, adicional a elementos de protección ante inundaciones y/o aluviones.

[34] El reporte agrupa países en cinco rangos acorde con sus características hídricas; bajo, medio bajo, medio alto, alto y extremo.

De esta manera, las necesidades de inversión en infraestructura hídrica que se podrían considerar dentro de las medidas de Adaptación, es decir, que intentan enfrentar desafíos y amenazas tales como disponibilidad de agua potable, sequías, aluviones, entre otros; alcanzan los US$ 11.224 millones. Este monto equivale a 62% del total de las necesidades de inversión en infraestructura hídrica catastrada por el informe ICD 2018-2027, por lo que queda de manifiesto la importancia de este tipo de inversiones, y como ésta irá creciendo en el futuro.

Tabla 2: Necesidades de inversión (millones de dólares)

Necesidades de Inversión	Millones de dólares (MMUS$) Requerimientos a futuro 2018-2027
Disponibilidad de agua	7.644
Agua potable y saneamiento	
Eventos climáticos en zonas urbanas*	2.130
Protección contra inundaciones/aluviones	
Obras fluviales	450
Control aluvional	1.000
Total	11.224

* Eventos climáticos en zonas urbanas consiste en inversiones para disponer de reservas por épocas de sequía y turbiedad en los ríos, y daños por obras de deslizamiento de tierra en la cordillera.

Fuente: CChC.

Estrechez hídrica: Medidas para enfrentar este escenario

Claramente, el fenómeno que más atención requiere en el corto plazo tiene relación con la extensión de la actual sequía por la cual atraviesa el país. De esta manera, como CChC postulamos el desarrollo de los siguientes tipos de proyectos con el objetivo de mejorar la oferta hídrica acorde con las características que posean las zonas del país acorde con su grado de vulnerabilidad a la amenaza:

1. **Embalses superficiales:** Claramente, se debe continuar con los planes de almacenamiento de aguas impulsados por la DOH, en particular considerando nuevas zonas de emplazamiento de estos, acorde con los cambios espaciales del volumen de precipitación.

2. **Infiltración artificial de acuíferos:** Esto corresponde a recargar de manera forzada aguas superficiales a las napas subterráneas. En línea con esto último, se debe avanzar en identificar correctamente y monitorear los niveles almacenados en los embalses subterráneos que existen a lo largo del país, con el objetivo de mejorar las estimaciones de disponibilidad de agua en Chile. Destaca en esta materia el recientemente anunciado "Plan Nacional de Recarga Artificial de Acuíferos" a ponerse en marcha por el Gobierno, en particular mediante una iniciativa piloto en la segunda sección del río Cachapoal, la cual permitirá generar conocimientos específicos en el diseño y operación de este tipo de obras, para luego en el mediano plazo implementarla a nivel nacional.

3. **Desalación de agua de mar:** Esta alternativa ya se encuentra en marcha, en particular para efectos del abastecimiento parcial de agua potable en zonas urbanas costeras (Antofagasta, por ejemplo). Dado su estado de avance y factibilidad de utilización a distintos tipos de escala, es que se considera de gran importancia el profundizar su utilización, en particular para la zona centro-norte del país.

4. **Aumento en la eficiencia del uso del recurso:** Adicional a implementar mejoras en materia de disponibilidad de agua mediante nuevas fuentes y la acumulación de esta, se deben considerar aspectos que permitan el reúso de las aguas grises y/o servidas para efectos de otros usos posteriores[35]. Cabe destacar que hoy en nuestro país la mayoría de las aguas servidas terminan desechadas en el mar vía emisario submarino, a un ritmo del orden de 8 m^3/s (Fundación Chile, 2016). Así, se deben generar inversiones en la línea de ampliar la capacidad de tratamiento, complementando con la instalación y utilización de sistemas domésticos de reúso de aguas grises (provenientes del uso en baños, duchas, lavaderos y lavamanos) para otro tipo de fines como riego, descarga de aparatos sanitarios y uso en procesos industriales no alimenticios.

5. **Otras fuentes de agua no convencionales:**

   - **Transvase de aguas:** Los desequilibrios regionales existentes y proyectados a acentuarse en el país, hacen que -en conjunto con la desalación de agua de mar- se consideren proyectos del tipo transvase de aguas desde la zona sur a la zona norte. Lo anterior, mediante la conducción de caudales de agua desde cuencas con disponibilidad del recurso hacia cuencas del país que presentan escasez (carretera hídrica).

   - **Bombardeo de nubes:** Si bien es una alternativa poco explorada en Chile, existen experiencias exitosas a nivel mundial, particularmente en China a través de la Oficina de Modificación Climática ubicada en Beijing y otros organismos de carácter local. En la actualidad, esta medida se encuentra en proceso de estudio por parte del Ministerio de Agricultura, y podría ser un complemento interesante a las alternativas expuestas anteriormente.

Otro motivo más para la urgencia de invertir en adaptación ante la escasez hídrica es el adelgazamiento de los glaciares en nuestro país. De acuerdo con el Catastro Nacional de Glaciares que está desarrollando la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), los glaciares han disminuido un 8% desde 2014 en términos de su superficie, desde 23.641 km^2 a 21.647 km^2.

De acuerdo con expertos en el área[36], el estudio de los glaciares es importante por varias razones, entre estas:

1. Son reservas de agua a largo plazo. En regiones áridas, cumplen una función muy importante asegurando la contribución de agua a los ríos durante los meses más secos del verano y ayudando a contrarrestar los impactos negativos en periodos de sequía.

2. Son importantes contribuidores al alza del nivel del mar global.

Frente a esta problemática, se refuerza la necesidad de inversión y capacitación en adaptación. Se requiere optimizar el uso del agua en todo sentido. Una idea sería la construcción de embalses que sean capaces de recolectar el agua de las lluvias y el derretimiento de la nieve. Esa agua puede ser liberada poco a poco durante los meses de verano, como lo hace un glaciar naturalmente. También el uso de tecnologías que optimicen el uso del agua en regadío para la agricultura. Actualmente los países desérticos cuentan con tecnologías que optimizan al máximo la poca agua que tienen y Chile podría aprender de su experiencia. Por último, es necesario generar conciencia de que esto es una necesidad muy próxima, y resaltar la urgencia de generar políticas públicas que fomenten el desarrollo de estas estrategias.

[35] En 2018 se publicó en el Diario Oficial la ley 21.075 que regula en Chile la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, aplicable tanto en áreas urbanas como rurales. No obstante, esta ley no está siendo efectiva en su cometido, por lo que a la fecha no es aplicable sin un reglamento del Ministerio de Salud sobre el tratamiento de aguas grises.

[36] País Circular (2019). https://www.paiscircular.cl/biodiversidad/glaciares-de-los-andes-centrales-registran-dramatico-retroceso-durante-la-ultima-decada-y-perderan-su-capacidad-de-abastecer-los-rios/

Hacer frente a la sequía y abordar el cambio climático son acciones con las que concuerdan tanto especialistas como el Gobierno. Es por eso que para 2020, el presupuesto para el Ministerio de Obras Públicas (MOP) busca priorizar los proyectos relacionados a soluciones para la problemática nacional. En términos globales, la propuesta financiera de la cartera, que ingresó en octubre de este año al Congreso, asciende a cerca de $2,5 billones, lo que equivale a un incremento de recursos de 7,1%, respecto de este año.

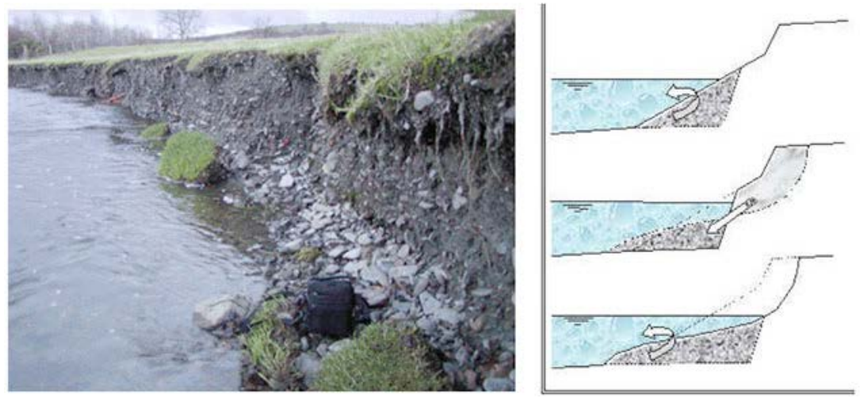
Con parte de esos fondos se continuará el desarrollo del Plan Nacional de Regulación y Embalses (PNRE), que considera la construcción de 26 obras entre Arica y La Araucanía, para incrementar la capacidad de almacenamiento de agua en 2.681 millones de m^3 -49% adicional a los 5.300 millones de m^3 que existen- y aumentar la superficie potencial de riego en cerca de 404.000 hectáreas.

Para 2020, se proyecta el inicio de la construcción de cuatro embalses distintos. Esos proyectos, que reúnen una inversión de US$ 897 millones, son Valle Hermoso, en Coquimbo, para la cuenca del Limarí; La Punilla, en Ñuble, para la cuenca de ese río; Chironta, en Arica y Parinacota, con la cuenca del Lluta, y Las Palmas, en Valparaíso, para la del Petorca. Los 22 restantes se encuentran en fase de estudios y consideran en total US$ 6.084 millones[37].

Obras fluviales para la protección de bordes de ríos

Hoy en día, como consecuencia del cambio climático, es frecuente la existencia de inundaciones como resultado del desbordamiento de ríos. Surge por tanto la necesidad de realizar obras de defensa de las márgenes de los ríos con el objetivo de minimizar los efectos producidos por esos desbordamientos, y sus consecuencias tanto en términos de vidas humanas y heridos, como económicas en lo que a la reparación de daños se refiere.

Figura 4: Ejemplo de desprendimiento de taludes



Fuente: Escuela Abierta de Desarrollo en Ingeniería y Construcción (EADIC), España.

[37] Nota Para enfrentar sequía, Presupuesto 2020 de Obras Públicas pone uno de sus focos en embalses. El Mercurio, 4 de octubre de 2019.

Resulta así necesario el estudio de los niveles de inundación como medio de prevención de daños humanos y materiales y de esta forma estudiar formas de protección del cauce que reduzcan el daño al medio ambiente. Para estos estudios, adquiere relevancia el uso de nuevas tecnologías como softwares para obras hidráulicas que permitan llevar a cabo la modelación de ríos tanto en su lecho como el cauce en sus márgenes de forma que sea posible estudiar el alcance y las consecuencias de los niveles de inundación en diferentes situaciones como crecidas, arrastre de sedimentos y alteración de lechos. Así, se hace posible estudiar el flujo y a la vez diseñar encauzamientos, cambios de sección, e introducción de muros para así, poder determinar el nivel del agua. El objetivo principal de estos softwares es realizar estudios de inundabilidad y determinar las zonas inundables.

De esta forma las principales acciones que se pueden llevar a cabo sobre un cauce como medio de protección frente a avenidas (crecidas), son:

- Protección frente a inundaciones, encauzamientos: Se pueden realizar a) de modo directo mediante la construcción de canales de hormigón; b) de forma indirecta dejando que sea el propio río quien mediante la construcción de espigones, muros laterales, diques, etc., cambie su morfología ayudándole a definir su camino.
- Protección de márgenes.
- Fijación de un cauce estable.
- Mejorar las condiciones de desagüe.
- Fijar un canal de navegación.
- Restauración ecológica.

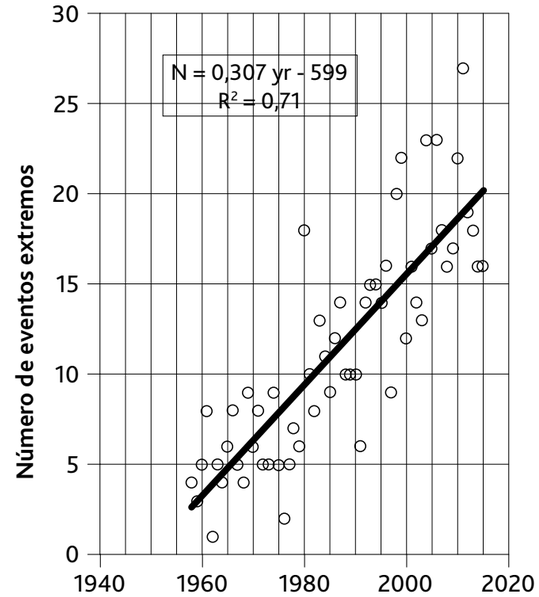
Bordes costeros

Otro aspecto importante a considerar dentro de las medidas de adaptación al cambio climático tiene relación con el aumento en la recurrencia e intensidad de las marejadas a lo largo de la costa en Chile, lo cual representa un aumento en la exposición a este tipo de fenómenos. Por lo tanto, resulta imperativo reducir la vulnerabilidad asociada con el objetivo de mitigar potenciales impactos tanto en el daño directo generado como en potenciales pérdidas económicas generadas.

En línea con esto último, el caso de la protección y gestión de la infraestructura portuaria es especialmente significativo para el caso chileno. Claramente, los puertos del país son la puerta de entrada y salida a gran parte de los bienes comercializados con el exterior. De hecho, en 2016, 80% de las importaciones fueron internadas al país vía marítima (US$ 51.000 millones), mientras que 90% de las exportaciones se realizaron por esta modalidad en el mismo período de tiempo (US$ 67.000 millones). De esta manera, se releva la importancia de minimizar las pérdidas generadas por eventos asociados al cambio climático. En línea con esto último, se evidencia un aumento en el número de eventos extremos ocurridos en aguas profundas frente a Valparaíso, específicamente asociado al clima de oleaje.

05522

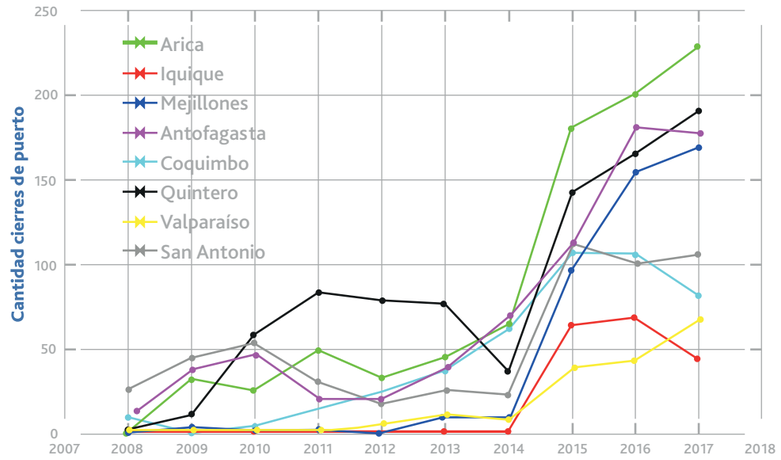
Gráfico 8: Evolución temporal de estadísticas de oleaje asociadas a eventos extremos



Fuente: Winckler et al. (2019).

Por otro lado, y en relación a lo observado, destaca que la cantidad de eventos de cierre de puertos ha venido aumentando en lo más reciente, especialmente en la zona norte del país. De esta manera, es importante generar un diagnóstico asociado a la situación actual bajo la cual operan los puertos chilenos en esta materia.

Gráfico 9: Evolución eventos de cierre de puertos



Fuente: Universidad de Valparaíso.

Falta de datos y generación de estadísticas

Una de las problemáticas actuales más importantes -tal como en el caso de disponibilidad hídrica- corresponde a la falta de mediciones actualizadas y sistemáticas en materia de clima de oleaje. Lo anterior es de suma relevancia, ya que permite generar la línea base en cuanto a categorizar distintos tipos de eventos y así generar información relevante de cara a mejorar la gestión y los procesos de toma de decisiones asociados al funcionamiento de la infraestructura portuaria en el país.

Como línea de acción dentro de los planes sectoriales, este aspecto está contemplado en el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022 elaborado por el MOP, en particular, en cuanto a la generación de una base de datos de climas de oleaje que sea de utilidad para los criterios en el diseño de infraestructura costera.

Discrecionalidad en criterios definidos de cierre

Por otro lado, y en línea con el punto anterior, no existe un criterio unificado para definir el cierre de operaciones transitorias, ni un registro unificado de estos, lo cual depende de cada Gobernación marítima bajo la cual esté cada puerto en cuestión. Claramente cada episodio de cierre representa una disrupción en el servicio, teniendo no sólo un impacto económico relevante, sino que adicionalmente generando la consecuente pérdida en competitividad a nivel agregado para el país en términos relativos. De hecho,

05523

estimaciones preliminares sugieren que, por eventos de cierre de puertos, las pérdidas económicas ascenderían a cerca de US$ 1.000 millones entre 2008-2017.

De esta manera, urge avanzar hacia una política de gestión e inversiones portuarias en el contexto de cambio climático, especialmente en línea con generar procedimientos de funcionamiento parcial en episodios extremos, lo anterior correctamente fundamentado a partir de sistemas de predicción de oleaje para cada sitio de atraque, por ejemplo.

Uso y redefiniciones de borde costero: necesidad de cambios normativos

Finalmente, y a nivel más general respecto a los distintos usos que posee el borde costero, resulta relevante integrar los conceptos de riesgo como consecuencia del cambio climático en el ordenamiento territorial de este. En la actualidad, el marco legal asociado a la organización y administración del borde costero no contempla aspectos que releven las condiciones adaptativas que requiere, dado el actual contexto. De hecho, su normativa actual -representada a partir del Plan Nacional de Uso de Bordes Costeros- data desde 1994, situación que pone en evidencia la necesidad de actualización, especialmente debido a la situación actual en cuanto a la correcta gestión del territorio e identificación y monitoreo de riesgos asociados.

Por otro lado, lo anterior también implica articular de manera efectiva los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) con los procesos de zonificación costera. En la actualidad, la ley actual que rige la regulación del territorio –la Ley General de Urbanismo y Construcciones– define solamente los Planes Reguladores Comunales e Intercomunales como herramientas válidas a la hora de regular y gestionar el uso de suelo. Estos instrumentos no contemplan consideraciones y/o criterios especiales para efectos de la costa, adicional a no incorporar en su aplicación necesariamente los insumos asociados a un proceso de zonificación costera. En línea con esto último, existe una falencia en la generación de criterios uniformes y definidos a nivel nacional o local respecto a metodologías a utilizar, lo cual también afecta los procesos de identificación de riesgos y/o amenazas a tener en cuenta a la hora del ordenamiento territorial del borde costero.

Finalmente, la discusión sobre el análisis de borde costero debe centrarse, en primera instancia, en qué entendemos por este concepto. Las recomendaciones de política actuales apuntan hacia una reformulación de este, reflejado en el concepto de “zona costera”. Lo anterior, con el objetivo de reconocer y recoger los aspectos únicos que posee, permitiendo una mejor gestión de esta en el contexto de cambio climático. La Tabla 3 resume las diferencias entre los conceptos de borde y zona costera.

Tabla 3: Comparación entre conceptos de zona costera y borde costero

Diferencias	Zona costera	Borde costero
Tipo de concepto	Científico	Jurídico-administrativo
Definición	Aquel espacio en el cual los ambientes terrestres influencian los ambientes marinos, y viceversa	Aquella franja del territorio que comprende los terrenos de playa fiscales situados en el litoral, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional
Tiempo de formación	Cientos de miles de años	Años
Forma de delimitación	Línea de costa	Línea de playa
	Margen que separa la inferfase entre tierra y mar, a una escala geológica (Woodroffe, 2003)	Aquella que señala el deslinde superior de la playa hasta donde llegan las olas en las más altas mareas y que, por lo tanto, sobrepasa tierra adentro a la línea de pleamar máxima (Reglamento de Concesiones Marítimas, Armada de Chile, 2006)
Amplitud del territorio hacia el continente	Variable (varios km hacia el interior del continente)	Fijo (franja de no más de 200 m de ancho, cubriendo solo la playa)
Ecosistemas costero que incluye	Playa, humedales, campos dunares	Sólo la playa (intermareal)
Nivel de gestión	Regional y comunal	Zonificación costera
Capacidad para proteger ecosistemas	Alta	Baja o nula
Capacidad para proyectar escenarios futuros	Alta	Limitada
Facilidad de articularse con el resto del territorio	Alta	Limitada

Fuente: CIGIDEN.

Compromiso 2:

La CChC se compromete a impulsar el uso de tecnologías y softwares en la modelación, simulación y diseño de obras hidráulicas.

A su vez, la CChC se compromete a la contratación de estudios con el fin de evaluar adecuadamente las inversiones necesarias en adaptación, e incorporarlas en versiones futuras del informe Infraestructura Crítica para el Desarrollo (ICD).

Así también, la CChC se compromete a promover estas inversiones ante las autoridades correspondientes, adicional a incorporarse el monitoreo, seguimiento y cumplimiento de los compromisos y planes de inversión asumidos por el Ejecutivo a través de la ley de presupuesto y otros mecanismos.

05524

Infraestructura Verde

La infraestructura verde consiste en la utilización de vegetación, suelos y procesos naturales para funciones tales como la gestión del agua de lluvia. Algunas definiciones también contemplan elementos de ingeniería creados por el hombre como ecoductos, puentes para fauna, parques periurbanos, y dentro de la ciudad incluso tejados y muros verdes que alberguen biodiversidad y permitan funcionar a los ecosistemas.

La inversión en una infraestructura verde tiene una lógica económica: mantener la capacidad de la naturaleza en, por ejemplo, mitigar los ejemplos negativos del cambio climático, es mucho más rentable que sustituir esos servicios por soluciones tecnológicas humanas mucho más costosas. Una de las formas más eficaces para la creación de infraestructura verde es la adopción de un enfoque más integrado de la gestión y planificación estratégica del suelo.

La presidencia de la COP25 subraya la importancia de que, cuando se planifiquen las futuras ciudades, los futuros barrios y las ciudades inteligentes, se debe tener en consideración y darle la relevancia que corresponde a los ecosistemas que nos estén prestando algún servicio (ver Tabla 4) como humedales, turberas y manglares, entre otros, que contribuyan a bajar la temperatura, entreguen sombra, mitiguen los efectos de las inundaciones o funcionen como una primera defensa natural.

Tabla 4: Servicios Ecosistémicos para enfrentar el cambio climático

Mitigación	Adaptación
- Secuestro de carbono. - Promoción de viajes sustentables. - Reducción del uso de energía para calefacción y enfriamiento. - Provisión de energía renovable. - Provisión de materiales de construcción menos intensivos en energía. - Producción de alimentos próximos a destinos de consumo.	- Mitigación del efecto de isla de calor urbana. - Almacenamiento de agua en el subsuelo, disminución del escurrimiento superficial y del riesgo de inundación. - Reducción de erosión del suelo. - Fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas al cambio climático. - Control de desbordes de ríos y marejadas en zonas costeras.

Fuente: Vásquez A. (2016), en base a EEA (2011); Kazmierczak & Carter (2010); NCCAP (2010).

Humedales: una protección natural frente a los desastres naturales

Los humedales, definidos como áreas terrestres inundadas de agua de manera estacional o permanente, son una defensa natural que actúan como amortiguadores frente a un número creciente de desastres ya que:

1. Los humedales costeros (manglares, marismas de agua salada, arrecifes de coral, etc.) forman una barrera protectora contra las olas, las mareas de tempestad y los tsunamis.

2. Los humedales continentales (ríos, llanuras de inundación, lagos, pantanos, etc.) funcionan como esponjas, absorbiendo y almacenando el exceso de agua de lluvia y reduciendo las inundaciones.

3. En las zonas áridas, los humedales liberan el agua almacenada durante la estación seca, retrasando el inicio de las sequías y reduciendo la escasez de agua.

4. Las turberas y los manglares almacenan grandes cantidades de carbono, contribuyendo a mitigar el cambio climático. Concretamente, las turberas almacenan el doble de carbono que todos los bosques de la Tierra.

Además, de acuerdo con la Convención de Ramsar[38] sobre los Humedales, éstos ayudan a construir comunidades resilientes. Los humedales pueden contribuir a que las comunidades tengan la suficiente resiliencia para prepararse para los desastres, afrontarlos y recuperarse de ellos:

Prepararse: Para reducir la incidencia de los desastres e incrementar la protección de las comunidades locales, podemos determinar qué zonas presentan un riesgo de inundaciones en caso de meteorología extrema. También podemos designar los humedales que están en zonas propensas a inundaciones y tormentas como sitios protegidos. Por ejemplo, la Reserva de la Biosfera del Delta del Saloum en el Senegal es una zona de estuarios, lagos y marismas que controla las inundaciones y garantiza el suministro de agua dulce durante todo el año.

Afrontarlos: Cuando se produce un fenómeno climático extremo, los humedales actúan como una barrera que puede mitigar su impacto. En Hikkaduwa (Sri Lanka), donde los arrecifes de coral que se encuentran a cierta distancia del litoral están protegidos por un parque marino, los daños provocados por el tsunami de 2004 solo llegaron 50 m tierra adentro. En la vecina localidad de Peraliya, donde la extracción de coral había degradado los arrecifes, los daños llegaron 1,5 km tierra adentro.

Recuperarse: Los humedales pueden acelerar el proceso de recuperación después de un desastre, actuando como filtros naturales y restaurando nutrientes. Después del ciclón que en 1999 azotó Odisha, en la parte oriental de la India, los arrozales que estaban protegidos por manglares volvieron a producir alimentos mucho más rápido que las tierras de cultivo que no contaban con esa protección.

¿Cómo nos protegen los humedales de los desastres?

Cada kilómetro adicional de manglar puede reducir la altura de una marea de tempestad en 50 cm, reduciendo el impacto de los ciclones o huracanes y tsunamis.

La protección que brindan los arrecifes de coral frente a las tormentas puede alcanzar los $33.556 dólares por hectárea y año.

Las turberas almacenan más del doble de dióxido de carbono que todos los bosques de la Tierra, por lo que desempeñan un importante papel en la mitigación de algunos de los efectos del cambio climático.

En 2012, los humedales costeros en los Estados Unidos contribuyeron a evitar daños por el huracán Sandy cuyo valor habría superado los $625 millones de dólares.

La gestión inadecuada de los humedales, que ocurre cuando estos se drenan o se degradan, les impide funcionar como una barrera protectora frente a los peligros naturales. Por ejemplo, la eliminación de los manglares y la extracción de coral pueden hacer que el litoral quede expuesto a las tormentas. Además, canalizar los ríos elimina el efecto natural de esponja de las llanuras de inundación.

[38] La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, conocida como la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental mundial que proporciona el marco para la acción internacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Es el único tratado mundial que se centra en un único ecosistema.

Para conservar y utilizar los humedales de forma sostenible, y que éstos reduzcan el riesgo que suponen los peligros naturales, los responsables de políticas pueden:

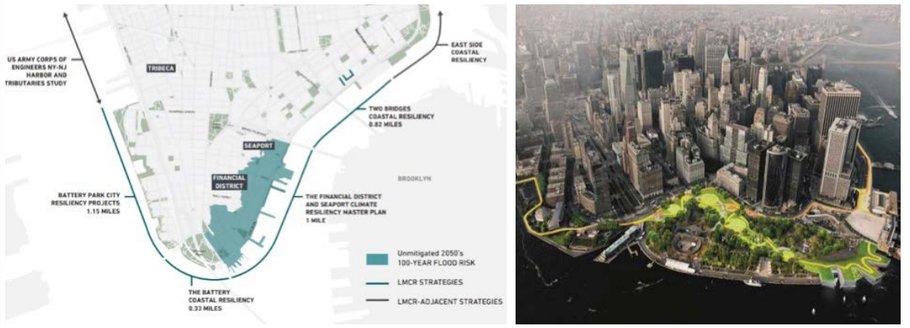
1. Incluir los humedales en sus estrategias para hacer frente a los desastres[39].
2. Designar humedales como áreas protegidas en las zonas propensas a tormentas e inundaciones.
3. Restaurar los humedales degradados que actúan como barreras protectoras.
4. Adoptar políticas intersectoriales, particularmente para la agricultura y el agua.

Experiencia Internacional

Resiliencia costera del Bajo Manhattan

Además de las medidas tradicionales, la ciudad de Nueva York ha invertido en infraestructura verde y natural que brinda servicios vitales a través del manejo de aguas pluviales, protección costera y mitigación del calor, así como también en espacios que ofrecen oportunidades de educación, participación y administración, y fomenta las interacciones y la unión de la comunidad que conducen a la confianza del vecindario y la resiliencia social. Con estas medidas, la ciudad busca adaptarse al cambio climático, contribuyendo éstas a mitigar los efectos de los eventos producidos por este fenómeno, como el aumento del nivel del mar, y la mayor frecuencia e intensidad de marejadas, inundaciones y tormentas.

Figura 5: Resiliencia costera del Bajo Manhattan e infraestructura verde



Fuente: OneNYC 2050 y presentación Carl Weisbrod, Conferencia Ciudad 2019.

[39] Si bien existe el Proyecto de Ley sobre protección ambiental de las turberas y sobre humedales urbanos, debiese existir un resguardo general a todo ecosistema que cumpla ciertas características estratégicas a eventuales desastres naturales.

Río Yangtzé: control 'blando' de las inundaciones mediante un ecosistema de humedales

En China, en la cuenca del río Yangtzé, propensa a inundaciones durante el monzón, habitan 400 millones de personas. Después de una tormenta que tuvo lugar en 1998 y mató a 4.000 personas, además de causar daños por un valor de 25.000 millones de dólares, las autoridades adoptaron un "método blando" para gestionar las inundaciones naturales. Se han restaurado más de 2.900 km^2 de llanuras de inundación, que tienen la capacidad de retener 13 mil millones de metros cúbicos de agua. Además de este aumento de la seguridad, la captura de peces silvestres aumentó en más de un 15% en un año en la zona en la que se llevó a cabo la restauración de los lagos y su conectividad.

Como comentarios finales a este apartado, se releva la importancia del recurso hídrico en materia adaptativa, en sus distintos usos, fuentes, e infraestructura necesaria asociada para efectos de hacer frente a las principales consecuencias del cambio climático sobre nuestro país. En lo que sigue del documento, el análisis se adentra en el segundo de los dos grandes ejes de trabajo, el cual corresponde a Mitigación y las líneas potenciales de acción que puede llevar a cabo el sector de la Construcción.

Mitigación

Luego de haber analizado las líneas potenciales de acción que puede llevar a cabo el sector de la Construcción en el eje de Adaptación, a continuación, se analizan las medidas de mitigación en las que el sector de la Construcción podría ser un actor relevante.

Eficiencia energética (EE)

Primero que todo, debemos definir qué entenderemos por eficiencia energética (EE). El concepto de uso eficiente de energía, o eficiencia energética, se refiere al objetivo de reducir la cantidad de energía y de combustibles que se utilizan para proporcionar bienes y servicios, pero conservando la calidad y el acceso de/a ellos.

Por otro lado, el concepto de "construcción sustentable" se refiere a aquel proceso constructivo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades (Informe Brundtland, 1987). La construcción sustentable puede definirse como cualquier acción o iniciativa que se incorpora a una obra o proyecto, en cualquiera de sus etapas, que se traduce en ahorro en el consumo de recursos y energía, aportes en la disminución de la huella de agua y carbono, mejorar la calidad de ambiente interior de viviendas y edificios, o lograr menores impactos durante la etapa de construcción. De esta forma, el objetivo de la construcción sustentable de un edificio o infraestructura es la reducción de sus impactos ambientales y lograr una mayor calidad de vida para los usuarios.

La aplicación de este tipo de procesos constructivos puede implicar ahorros significativos en materia de consumo eléctrico y energético en cuanto a costos operacionales y mantenimiento a largo plazo. De hecho,

05526

de acuerdo con estudios internacionales, las edificaciones que cuentan con certificaciones de edificación sustentable (LEED, CES, entre otros) reducen el consumo energético respecto a edificios convencionales entre 15% y 35%.

Efectos financieros de certificaciones de eficiencia energética

En términos teóricos, usuarios cada vez más informados -y el mercado en general-, penalizarán los edificios con bajo rendimiento energético, por sus consecuentes mayores costos operacionales. A continuación, se presenta evidencia empírica que confirma esta hipótesis.

En 2015, el Departamento de Energía de EE.UU. 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:

1. Tasas de alquiler más altas: los edificios LEED tienen una prima del 15,2%-17,3% y los edificios ENERGY STAR muestran una prima del 7,3%-8,6% sobre edificios similares sin calificación.

2. Tasas de ocupación más altas: los edificios LEED tienen una ocupación 16%-18% más alta que los edificios sin calificación, mientras que los edificios ENERGY STAR tienen una ocupación 10%-11% más alta.

3. Costos de servicios públicos más bajos: los gastos de electricidad y gas en los edificios ENERGY STAR son más de un 13% más bajos en comparación con edificios similares sin calificación.

4. Aumento de los precios de venta: los edificios LEED exhiben una prima del 10%-31% y los edificios ENERGY STAR exhiben una prima del 6%-10% sobre los edificios no calificados.

5. Primas de bajo costo de construcción: los costos de construcción de los edificios LEED suelen ser iguales o solo ligeramente mayores que los costos de los edificios no calificados, principalmente debido a los costos de la certificación (aproximadamente el 2%).

Así también, Uğur y Leblebici (2018) realizan un análisis del costo-beneficio y del período de recuperación de la inversión de dos edificios verdes (o sustentables) 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.

Proyecto de Ley de Eficiencia Energética

Antecedentes

Con fecha 3 de septiembre de 2018, el poder ejecutivo ingresó el proyecto de ley sobre eficiencia energética, número de boletín 12.058, en cuyo mensaje se indica como objetivo "…incentivar el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, con el fin de propender a la reducción de externalidades ambientales y sociales, y al mismo tiempo, a la disminución de sus costos y consumo, mejorando así la seguridad energética del país y contribuyendo a la competitividad de la economía nacional y, en definitiva, al desarrollo sostenible de nuestro país".

Para justificar la necesidad del proyecto de ley, el mensaje destaca los siguientes antecedentes.

- De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía, el año 2016 el mundo hubiera consumido un 13% más de energía, si no hubiese habido mejoras en eficiencia energética desde el año 2000. Esta energía equivale al consumo energético anual de toda la Unión Europea.
- A nivel nacional, la EE ha estado presente en los distintos instrumentos de política energética que se han dictado en el país, desde la "Estrategia Nacional de energía 2012-2030", la "Política Energética de Chile Energía 2050" y recientemente la "Ruta Energética 2018-2022".
- Con respecto al consumo energético, las viviendas consumen casi un 15% de la energía total del país, y parte importante de ésta se destina a calefacción (56% a nivel nacional, 81% en la zona sur). Además, la cantidad de energía destinada a calefaccionar un hogar depende en gran medida del acondicionamiento y la aislación térmica de la vivienda.
- A partir del 2012, el país cuenta con un etiquetado energético de viviendas, denominado "Calificación Energética de Viviendas", el cual es de carácter voluntario y es administrado por el MINVU. Actualmente, menos de un 10% de las viviendas nuevas obtienen esta calificación, y la gran mayoría son viviendas sociales en que la calificación la obtiene el propio MINVU.
- El etiquetado energético permite incorporar la variable EE en la decisión de compra, aspecto que hoy día no es conocido por los consumidores al momento de la compra, y que es especialmente importante para las familias, puesto que, como se mencionó anteriormente, un 65% del gasto en energía se destina a calefacción en el centro-sur del país.
- La experiencia de etiquetado de artefactos y vehículos ha sido exitosa, tanto porque mejora la decisión de compra del consumidor, como porque incentiva a que las empresas busquen mejorar su reputación vendiendo mejores productos en el mercado.

05527

Contenido

A la fecha de elaboración de este informe, el proyecto de ley se encuentra aprobado por la Comisión de Minería y Energía del Senado, y conforme su contenido actual, se introducen 7 artículos, de los cuales se destacan los artículos 3 y 4 por su directa relación con el sector de la Construcción. El contenido del proyecto se resume en el cuadro que se muestra a continuación:

Figura 6: Proyecto de Ley de Eficiencia Energética

1. Plan Nacional de Eficiencia Energética
2. Reporte anual del Ministerio de Energía
3. Calificación energética de las viviendas y edificios de uso público, edificios comerciales y edificios de oficinas, calificados como obra nueva
4. Registro Nacional de Evaluadores Energéticos
5. Interoperabilidad del sistema de recarga de vehículos eléctricos
6. Obligaciones de las Municipalidades, Gobiernos Regionales y otros
7. Eficiencia energética de vehículos

Fuente: CChC.

El proyecto de ley, en relación al sector de la Construcción, introduce los siguientes cambios:

- Se exige a las viviendas, edificios de uso público, edificios comerciales y edificios de oficinas, calificados como obra nueva, conforme la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su ordenanza, contar con calificación energética para obtener recepción final o definitiva por parte de la Dirección de Obras Municipales respectiva[40].
- El proyecto de ley se refiere a la calificación energética como aquella que tiene por finalidad informar sobre la eficiencia energética de la respectiva edificación, mediante el otorgamiento de una etiqueta de eficiencia energética y un informe de calificación energética.

[40] Inicialmente, el proyecto de ley consideraba una política de eficiencia energética para el sector construcción, aplicable únicamente a edificaciones residenciales. Sin embargo, durante el transcurso de la discusión parlamentaria, esa política se fue ampliando a edificios de uso público, edificios comerciales y edificios de oficinas.

- Esta obligación sólo es exigible respecto de empresas constructoras e inmobiliarias y de los Servicios de Vivienda y Urbanización[41].
- Se podrá obtener una precalificación energética con anterioridad a la solicitud de recepción final, en base al proyecto de arquitectura. En este caso la etiqueta e informe serán transitorios y válidos hasta que se otorgue la calificación energética propiamente tal.
- Tanto la calificación energética como la precalificación deberán incluirse en toda publicidad de venta de las empresas constructoras e inmobiliarias y ponerse a disposición del comprador o promitente comprador al momento de celebrar la compraventa o promesa de compraventa, según corresponda.
- El procedimiento, exigencias y condiciones del otorgamiento de la calificación y precalificación energética y su publicidad se regularán mediante un reglamento del MINVU, suscrito por el Ministro de Energía.
- Se crea un Registro Nacional de Evaluadores Energéticos, a cargo del MINVU, "para efectos de la aplicación de la calificación energética". Dicho registro será regulado mediante un reglamento emitido por el MINVU.

Impacto esperado del proyecto

En un inicio, se esperaba que el mensaje del proyecto de ley en su totalidad generara un 5,5% de menor consumo energético final al 2030, llegando hasta un 7% al 2035, lo que equivale a cerca de US$ 2.400 y US$ 3.500 millones, en los respectivos años[42].

Por otro lado, los ahorros de energía encontrados se traducen en una reducción de emisiones directas de CO_2 de 4,6 y 6,8 millones de toneladas de CO_2 a los años 2030 y 2035, respectivamente. Bajo el escenario de reducción de emisiones, el proyecto de ley aportaría un 27% a las metas propuestas en el plan de mitigación de gases efecto invernadero del sector energía[43].

Certificación energética en Chile: Aplicaciones y Modelo de Negocios

La promulgación de la Ley de Eficiencia Energética –que ya fue aprobada en el Senado- hará obligatoria la Calificación Energética de Viviendas (CEV), una herramienta que estandariza el desempeño energético de los proyectos inmobiliarios, y que finalmente les permitirá a los usuarios finales saber cuán eficiente es la vivienda que están adquiriendo.

La metodología estandarizada de la CEV existe desde el año 2012, y aunque hasta el momento sigue siendo voluntaria su incorporación, varias inmobiliarias se adelantaron a identificar sus beneficios, ya que mejoran la calidad de vida de las personas –con hogares más cálidos en invierno y frescos en verano- y permiten reducir los gastos comunes y del propio departamento.

[41] En el caso de edificaciones construidas por los SERVIU de forma directa o mediante terceros, el plazo de entrada en vigencia, alcance y forma de aplicación de la calificación energética quedará establecida en los reglamentos de cada subsidio.

[42] "Sistema de Certificación Energética de Viviendas", Ministerio de Energía (2019).

[43] La reducción de emisiones encontrada al año 2030, estaría aportando cerca del 27% de los 17,3 millones de toneladas que se estima será necesario reducir al 2030, para cumplir con la reducción del 30% de la intensidad proyectada a ese año, de acuerdo al estudio del actual Plan de Acción de Cambio Climático. Para mayor detalle, ver Anexo 2.

05528

Esta medida incorporó también los estándares de certificación LEED del Green Building Council de Estados Unidos, y a modo de ejemplo y de acuerdo con los cálculos realizados por Efizity, permitió en el proyecto MyPlace ahorrar por departamento un 40% en consumo de agua; y al compararse con los casos base de la calificación energética un 40% de energía en calefacción y 77% en agua caliente.

En el caso de los espacios comunes, se alcanzó un 50% de ahorro de agua para riego respecto del caso base que considera la certificación LEED. El mayor impacto se logró en los consumos de energía para iluminación, que se incluyen en los gastos comunes, ya que se redujeron en un 52%[44].

En esta misma línea, en los siguientes diagramas, se muestran tres aplicaciones de refacciones y mejoras en eficiencia energética, ejercicios realizado por Efizity. En éstas se observa que modificaciones que mejoran la calificación energética de una vivienda tienen un sobrecosto -por metro cuadrado y en término del precio de venta- acotado, mientras el ahorro en consumo energético puede alcanzar un 21%. Cabe destacar que este año se anunció la creación de un crédito de consumo verde para personas que deseen realizar la refacción energética de sus viviendas.

Figura 7: Ejemplos aplicaciones de refacciones y mejoras en eficiencia energética

1. EDIFICIO DEPARTAMENTOS, ÑUÑOA

81 departamentos / 7 pisos / entre 43 y 128 m^2

Elementos	Caso Inicial	Con Mejoras
Muros	Hormigón Celular y EIFS 40 mm	Hormigón Celular y EIFS 40 mm
Ventanas	DVH incoloro Marco de PVC	DVH low-e (Planitherm One) Marco de PVC
Pisos ventilados	Poliestireno expandido 50 mm	Lana mineral 80 mm
Cubierta	Poliuretano expandido 50 mm	Lana mineral 80 mm
% ahorro demanda	62% ponderado	73% ponderado
Letra CEV	**B** (viviendas con Letras A, B y C)	**A** (viviendas con Letras A+, A, B y C)
% Ahorro Agua (griferías)	-	15% (3.200 m^3/año)
Sobrecosto total UF	-	**444 UF**
Sobrecosto UF/m^2	-	**0,07 UF/m^2**
% sobrecosto en precio de ventas	-	**< 0,1%** (Precio venta 85 UF/m^2)

[44] Fuente: Efizity.

2. CASAS SUBSIDIO INTEGRACION SOCIAL DS-19, BUIN

261 casas / 2 pisos / entre 47 y 64 m²

Elementos	Caso Inicial	Con Mejoras
Muros	1er Piso Ladrillo Titán 2do Piso 60 mm lana de vidrio	Hormigón Celular y EIFS 40 mm
Ventanas	Monolítico incoloro Aluminio sin RPT	DVH low-e (Planitherm One) Marco de PVC
Pisos ventilados	Poliestireno expandido 50 mm	Lana mineral 80 mm
Cubierta	Lana de vidrio 80 mm	Lana mineral 80 mm
Piso a terreno	Radier, hormigón 150 mm	Radier, hormigón 150 mm
% ahorro demanda	38% ponderado (app)	45% ponderado (app)
Letra CEV	**D** (viviendas con Letras C y D)	**C** (viviendas con Letras A, B y C)
Sobrecosto total UF	-	**520 UF**
Sobrecosto UF/m²	-	**0,04 UF/m²**
% sobrecosto en precio de ventas	-	**< 0,1%** (Precio venta estimado 40 UF/m²)

3. EDIFICIO DEPARTAMENTOS, VITACURA

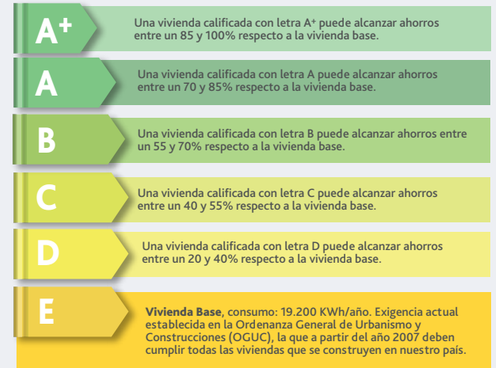
32 Departamentos / 6 pisos / entre 110 y 180m²

Elementos	Caso Inicial	Con Mejoras
Muros	Hormigón armado + 20 mm de Poliestireno expandido y 10 mm de yeso cartón	Hormigón armado + 20 mm de Poliestireno expandido y 10 mm de yeso cartón
Ventanas	DVH incoloro Aluminio con RPT	DVH low-e (Guardian Sun) Aluminio con RPT
Pisos ventilados	Poliestireno expandido 50 mm	Poliestireno expandido 50 mm
Cubierta	Poliestireno expandido 100 mm	Poliestireno expandido 100 mm
% ahorro demanda	51% ponderado	72% ponderado
Letra CEV	**C** (viviendas con Letras B y C)	**A** (viviendas con Letras A y B)
% Ahorro Agua (griferías)	-	27% (3.700 m³/año)
Sobrecosto total UF	-	**1.043 UF**
Sobrecosto UF/m²	-	**0,2 UF/m²**
% sobrecosto en precio de ventas	-	**< 0,2%** (Precio venta estimado 100 UF/m²)

Fuente: Efizity.

Compromiso 3:

La CChC se compromete a propiciar las certificaciones energéticas en los proyectos de sus empresas socias en el corto y mediano plazo.



Así también, la CChC se compromete a impulsar medidas que:

- Promuevan la elaboración de estándares de Eficiencia Energética, que hoy en día Chile no tiene.
- Permitan desarrollar estándares de cero energía neta.
- Amplíen la búsqueda de mecanismos de financiamiento para la renovación energética del parque construido.

Asimismo, en lo que respecta a certificaciones, en Chile se cuenta con la "Certificación Edificio Sustentable" (CES), un sistema nacional que permite evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios de uso público en Chile, tanto nuevos como existentes, sin diferenciar administración o propiedad, pudiendo ser ésta pública o privada. Esta certificación se basa en la revisión de un conjunto de variables, cuyo cumplimiento se traduce en un puntaje, debiendo alcanzarse un mínimo para obtener la certificación. El CES se caracteriza por ser el único método de certificación chileno, que recoge tanto la experiencia internacional como la realidad local, además de las prácticas nacionales.

Bajo esta metodología, mientras más puntaje obtenga el edificio, mejor calificado estará, y una mejor calificación indica cuán sustentable es éste, lo que se traduce en ahorros en el uso de recursos, como agua o energía eléctrica. A modo de ilustración, en 2018, el Centro Deportivo Integral de Caldera, perteneciente al Instituto Nacional de Deportes, obtuvo la certificación CES de "Destacado" con 56 puntos, para lo cual

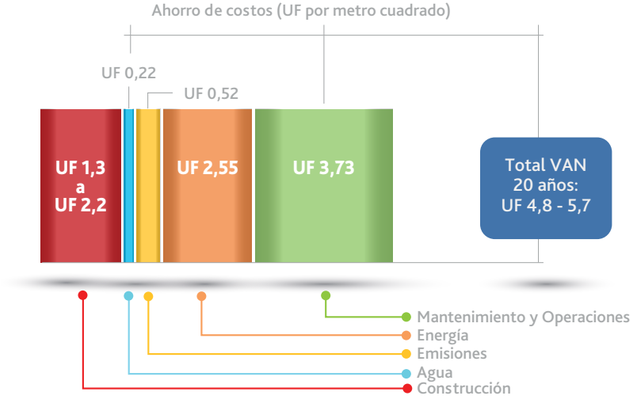
contempló en sus fases de diseño y construcción una serie de parámetros que significaron los siguientes efectos:

- Al utilizar artefactos de agua potable de bajo consumo, se logró un ahorro de agua del 66%.
- Su proyecto de paisajismo con especies autóctonas de bajo consumo hídrico, permitió reducir su evapotranspiración en un 90%.

La elección de un riego por goteo y programadores de riego, generó una eficiencia hídrica en riego del 72%. El diseño de los espacios, que procuró ventilación cruzada, y la incorporación de equipos de climatización eficientes en espacios más grandes, logró una disminución de la demanda en calefacción, enfriamiento e iluminación de un 41%.

De esta manera, se observan importantes beneficios financieros asociados a la construcción de edificaciones "sustentables". De acuerdo a Kats (2003), estos oscilarían entre UF 4,8 - 5,7 por metro cuadrado, como se muestra en el siguiente diagrama.

Figura 8: Beneficios financieros de la edificación sustentable



Fuente: Figura adaptada de Kats (2003).

Como resultado interesante, se observa también que los mayores ahorros de costos no vendrían por el lado del ahorro en consumo energético, sino que vendrían por el lado del ahorro en costos de mantenimiento y operaciones, por lo que se abre una oportunidad de negocios para las empresas constructoras e inmobiliarias, y para el desarrollo de modelos de arriendo.

Adicionalmente, como se observa en la Figura 9, los plazos de retorno de inversión de las estrategias de sustentabilidad en los proyectos se concentran dentro de los primeros 10 años, acortándose estos plazos en los últimos 6 años.

05530

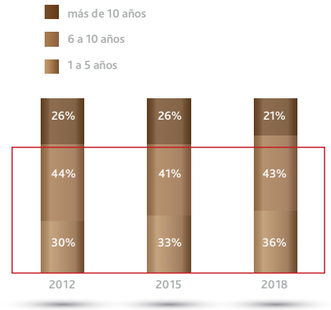
Figura 9: Construcción sustentable como Modelo de Negocios:

Beneficios esperados y periodo de recuperación de costos adicionales

Beneficios comerciales esperados de las inversiones en Green Building (medianas reportadas en 2012, 2015 y 2018)

	New		
	2012	2015	2018
Disminuido 12 meses Costos operativos	8%	9%	8%
Disminuido 5 años Costos operativos	15%	14%	14%
Valor activo aumentado (de acuerdo a los dueños)	5%	7%	7%
Tiempo de amortización para inversiones verdes	8 años	8 años	7 años

Período de recuperación de la inversión por el costo adicional de un nuevo Green Building (según encuestados que encuentran que Green Building cuesta más que los edificios tradicionales)



Fuente: Dogde Data & Analytics (2018).

Finalmente, como se observa en la Figura 10, la construcción sustentable implica beneficios para todos los actores participantes, es decir desarrolladores o constructores, arrendatarios, y propietarios o inversionistas. En algunos casos, estos beneficios son económicos, como mayores precios de venta, mayores precios de arriendo, o menor gasto en consumo energético, mientras que, en otros, son beneficios menos tangibles, pero igualmente importantes, como los que se refieren a la mejor calidad de vida de los usuarios.

Figura 10: Beneficios económicos para actores del mercado inmobiliario

Desarrollador
¿Por qué construir un "edificio verde"?

- Mayores precios de venta: 15% [3]
- Bajos costos de diseño y construcción (0,42% [1] y 12,5% [2] para Net Zero)
- Venta rápida
- Mayor valor de mercado
- Rápido retorno de inversión
- Imagen corporativa y prestigio

Arrendatario
¿Por qué arrendar en un "edificio verde"?

- Salud y bienestar
- Mejora de calidad de vida
- Mayor productividad
- Menor costo de restauración
- Menores costos de operación

Propietario
¿Por qué comprar "edificio verde"?

- Mayor valor de arriendo: 17% [4]
- Mayor tasa de ocupación: 21,3% [5]
- Menor tasa de abandono
- Menor depreciación
- Menor tiempo de inactividad

Fuentes:

1 y 2: World GBC – The Business Case.

3: "Análisis y posicionamiento de los atributos de eficiencia energética y sustentabilidad en el mercado inmobiliario residencial de Santiago", Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica de Chile, Arq. Felipe Encinas, noviembre 2014.

4 y 5: World GBC 2013 "El caso de negocio para edificaciones sostenibles: una revisión de los costos y beneficios para desarrolladores, inversionistas y ocupantes".

Planificación de ciudades y fuentes móviles de emisión

Uno de los factores que más influye en las emisiones del sistema de transporte de una ciudad es la distancia de cada viaje realizado por las personas. Ésta ha aumentado conforme las urbes crecen y en la medida en la que los lugares de trabajo, comercio u otros servicios se encuentran más alejados de las viviendas.

Bajo ese contexto, se han levantado estrategias de reducción de emisiones en el sector transporte, a través de la disminución en la cantidad de viajes y los tiempos asociados a estos. Una herramienta útil es la planificación territorial de las ciudades, consistente con el diseño de áreas urbanas que tengan buena conexión entre zonas comerciales y residenciales, a través de un buen acceso al transporte público y privado[45].

Estimaciones recientes sugieren que las ciudades son responsables por 75% del total de las emisiones de CO2 a nivel global (Programa ambiental ONU, 2019), compuesto principalmente por las emisiones de la edificación existente y la correspondiente al sector transporte. En línea con esto último -y en complemento a la sección anterior respecto a los planes en materia de eficiencia energética- es que se deben abordar conceptos de mitigación también en esta línea, y apuntar a políticas de reducción de emisiones integrales desde el punto de vista de tanto el parque construido (y por construir) como de optimizar y mejorar los modos de transporte con el objetivo de reducir las fuentes de emisión móviles, acorde con una planificación urbana que priorice la compactación de las ciudades. Lo anterior, mediante procesos de densificación en altura, en reemplazo del crecimiento en extensión.

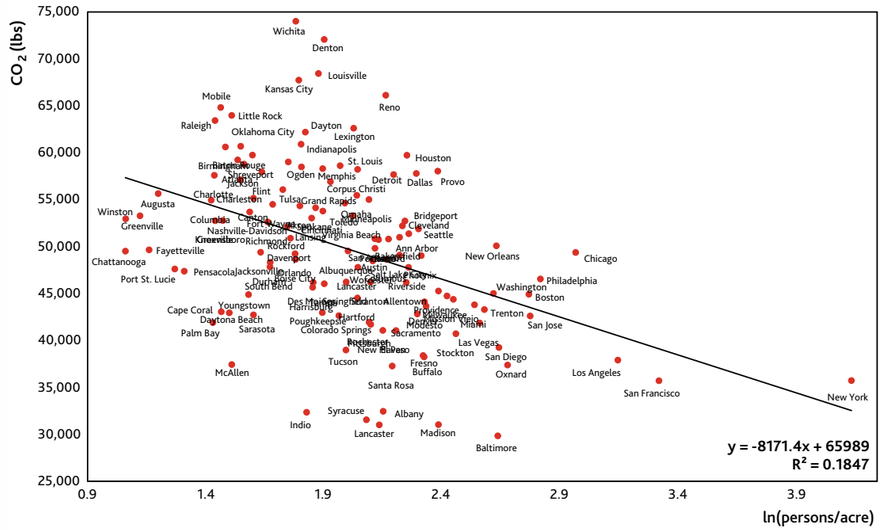
De esta manera, resulta de vital importancia el impulsar políticas públicas de ordenamiento territorial -a partir de la utilización de los IPT y otros instrumentos complementarios- que vayan en esa línea, aportando a ir reduciendo los tiempos de viajes dentro de la ciudad.

Evidencia internacional

Respecto a la discusión asociada a la extensión urbana y los niveles de emisión de una ciudad, existe evidencia que sugiere una correlación inversa entre ambas variables. Un estudio que consideró las 125 ciudades más urbanizadas de Estados Unidos arroja evidencia que señala que un aumento del doble en la densidad poblacional se asocia con una reducción de 48% de las emisiones de CO2 producto de fuentes de transporte móviles (Lee & Lee, 2014). Sin embargo, estos resultados son más aplicables al contexto de ciudades de países de ingresos altos, los cuales deben interpretarse con cautela respecto de zonas urbanas en Latinoamérica. De hecho, en esta última región el ingreso promedio es menor al observado en Europa y Estados Unidos, y esta variable es la que explica en mayor medida la variabilidad en los resultados.

[45] "Cambio Climático en Chile: Ciencia, Mitigación y Adaptación" (2019), capítulo VIII: "Emisiones del sector transporte". Cifuentes, L. & Pica-Tellez, A.

Gráfico 10: Densidad poblacional y emisiones anuales de CO2 por hogar



Fuente: "The Influence of Urban Form on GHG Emissions in the U.S. Household Sector" (Lee & Lee, 2014).

Islas de Calor y planificación urbana

Existen aspectos de cautela respecto al grado de densificación que alcancen las ciudades, en particular debido a otra problemática que se podría generar al respecto. La literatura científica, tanto nacional como internacional, reconoce la existencia de las islas de calor en los centros urbanos, entendiendo éstas como la acumulación de calor por la radiación solar en los materiales que componen las diferentes superficies expuestas de las ciudades, además del calor producido por distintos efectos de procesos o materiales que son producto de actividades humanas (antropogénico). Conforme a Global Alliance for Building and Construction[46], éstas se pueden reducir por medio de la planificación territorial, el diseño en la edificación, la orientación de los edificios, la circulación del aire y el uso de materiales y la vegetación.

De esta manera, el Estado es quien debe enfrentar con responsabilidad y eficiencia el control de las afecciones que las ciudades están viviendo por el Cambio Climático. Algunas propuestas van en la línea de crear una comisión permanente de profesionales expertos que, a través de los instrumentos de planificación tanto territorial como urbana, se planteen las ordenanzas y mecanismos en que se consideren reglas claras de mitigación.

Algunas medidas concretas comprenden incorporar cubiertas o fachadas verdes para construcciones antiguas y considerar la construcción de áreas verdes que ayuden a absorber la irradiación que producen las grandes extensiones de pavimentos duros en los nuevos proyectos de desarrollo urbano.

[46] 2018 Global Status Report: "Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector". P.50

Caso chileno y recomendaciones

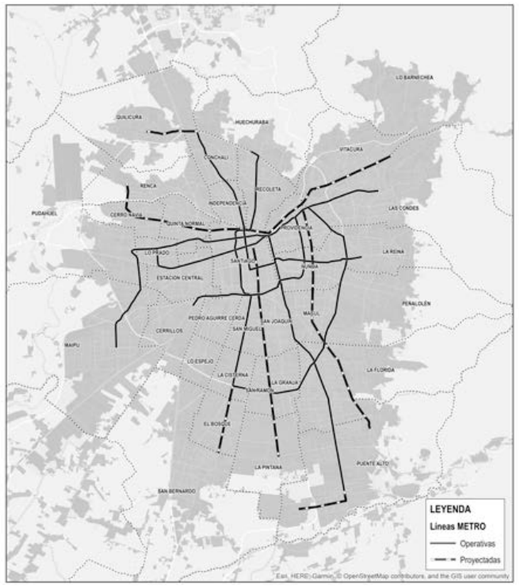
En Chile, considerando fuentes de emisión móviles, el sector transporte terrestre participó significativamente en el total emitido en Chile durante 2016, ascendiendo a 21%. De esta manera, se releva la importancia a nivel nacional en esta materia dado el contexto de emisiones. Sin embargo, acorde con lo mencionado en el apartado anterior respecto a la realidad de las ciudades latinoamericanas, el caso chileno no es la excepción.

A modo de ejemplo, un estudio para el caso de la zona del Gran Concepción, el cual incluye información sobre transporte y consumo de energía durante fines de semana y periodo de vacaciones y su relación con la densidad poblacional existente, sugiere que esta última no ejerce un impacto significativo sobre las emisiones de GEI en movilidad.

De esta manera, las recomendaciones de política para el caso chileno deben ir en la línea de incentivar el transporte bajo en carbono –vía proyectos de metro e infraestructura que permita una mayor factibilidad de la electromovilidad– y acercar equipamientos a los barrios y comunas de la periferia con el objetivo de minimizar los traslados por concepto de servicios, los cuales, por ejemplo, son el principal motivo de viajes para las 34 comunas del Gran Santiago (CChC, 2019).

Finalmente, destaca que casi 63% de la meta de descarbonización propuesta por el gobierno producto de medidas asociadas a eficiencia energética, corresponde a soluciones en materia de transporte[47].

Figura 11: Líneas de metro en Santiago: Actuales y proyectadas



Fuente: CChC.

[47] Para más detalle, ver Anexo 2.

Compromiso 4:

En lo que respecta a planificación territorial, la CChC se compromete a la realización de estudios sobre el diseño de áreas urbanas que tengan buena conexión entre zonas comerciales y residenciales, a través de un buen acceso al transporte público y privado y de densificación equilibrada.

Ciclo de vida insumos de la construcción

Eficiencia Uso Recursos

El uso eficiente de los recursos representa una de las medidas de mitigación definidas en este documento, frente al contexto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)[48] en el sector de la construcción. El rubro emite cerca de un 8% de GEI a través de la elaboración y producción de insumos relevantes[49], como lo es el cemento[50], hierro y acero, vidrio y alquitrán (asfalto).

El uso eficiente de los recursos en la construcción tiene como objetivo reducir el impacto ambiental relacionado con la generación de residuos (principalmente sólidos), a través del modelo de economía circular[51], el cual promueve un cambio en los sistemas lineales de producción, reutilización, reciclaje y valoración. El objetivo es influir tanto en la gestión de obras públicas y privadas de infraestructura, viviendas y edificios públicos, como mejorar los estándares de innovación y productividad.

Figura 12: Ciclo de vida insumos construcción

Fuente: CChC.

[48] CO2 equivalente.

[49] Gerencia de Estudios CChC, en base a información del "Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre cambio climático" (2018).

[50] Cabe agregar que, en dicha estimación, se considera la importación de cemento. Un supuesto fuerte para su cálculo es que la intensidad de las emisiones de la producción nacional es similar a aquella internacional.

[51] A través de una "Hoja de Ruta de Economía Circular" del Ministerio del Medio Ambiente, se busca replantear los modelos de producción y consumo hacia un modelo sostenible.

Entre las principales líneas de trabajo del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), la implementación de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP)[52] busca disminuir la generación de residuos y fomentar el modelo de economía circular. En este sentido, resulta necesario identificar la magnitud del problema de residuos en el sector, entendiendo que la responsabilidad del uso eficiente de los recursos incorpora el ciclo de vida de los insumos.

El uso de nuevas tecnologías permite incorporar herramientas en etapas de planificación, de diseño (estandarización) y de gestión. Lo anterior no sólo optimiza la demanda de insumos y reduce la generación de residuos en el proceso constructivo, sino que también tiene el potencial de generar mejoras en la productividad del sector.

Por ejemplo, el uso de sistemas de información en la modelación de edificios (BIM)[53] ayuda a potenciar la planificación en etapas de diseño y de prefabricación. Es más, un aumento de la inversión de 2% en las fases iniciales de un proyecto, podría generar un ahorro de alrededor de 20% en los costos totales[54].

[52] Ley 20.920 que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje.

[53] Building Information Modelling.

[54] The World Economic Forum, 2016.

Eficiencia en el uso de los recursos: Uso de nuevas tecnologías

Reforzando el punto anterior, de acuerdo con el informe McKinsey de 2016, el lento crecimiento (y en algunos casos hasta decrecimiento) de la productividad en la industria de la construcción durante el último cuarto de siglo en gran parte de las economías desarrolladas y en algunas economías en desarrollo como la chilena, se debe, entre otros factores, a:

1. Planificación y diseño insuficientes: Por lo general, los grandes proyectos requieren más del 5% de la inversión total durante la fase de planificación para una correcta materialización. Esta inversión inicial a menudo no se realiza, lo que decanta en contratiempos e impases que requieren mucho tiempo y órdenes de cambio para ser corregidos.

2. División del flujo de trabajo: Los diferentes conjuntos de habilidades y estilos de trabajo de arquitectos e ingenieros afectan la forma en que trabajan con los contratistas y pueden dificultar alcanzar el grado adecuado de cooperación y superposición necesaria para optimizar el proceso de diseño y construcción.

3. Uso limitado de técnicas de construcción industrializadas: El uso de sistemas de información en la modelación de edificios (BIM) basados en big data[56], las metodologías de prefabricación completas y balanceo de flujos de construcción, es decir, la totalidad de la optimización del flujo de material y el reequilibrio del equipo para eliminar el tiempo de inactividad, a menudo no se aplican en todo su potencial.

4. Uso limitado de la tecnología: Se percibe que el sector es lento para innovar; de hecho, la mayoría de los trabajos de construcción se parecen a los de hace 50 años. Una investigación reciente de MGI encontró que el sector de la construcción se quedó rezagado con respecto a la mayoría de las otras industrias de la economía de los EE.UU. en cuanto a la intensidad de los activos digitales y del uso de la mano de obra.

5. Singularidad de proyectos y mentalidad de proyecto de las empresas: Hay una tendencia a abordar cada proyecto como un caso único. Incluso si eso se deriva de un deseo de proporcionar al cliente un servicio personalizado, tiene el desafortunado efecto de limitar la estandarización de los diseños y los módulos de construcción o la prefabricación. También desalienta a los contratistas y propietarios a aprovechar las lecciones aprendidas en la materialización de proyectos anteriores.

Por lo tanto, el uso de nuevas tecnologías, mayores esfuerzos en la planificación y el diseño de los proyectos, la estandarización de éstos, y la oportuna capacitación de diseñadores, arquitectos y constructores, es decir, la integración temprana de proyectos, no sólo conduce a la optimización en la demanda de insumos y a la reducción de la generación de residuos, sino que también tiene el potencial de traer consigo mejoras en la productividad del sector.

[55] Para ver más detalles sobre el estado actual de implementación de BIM en Chile, ver Anexo 3.

Compromiso 5:

La CChC se compromete a impulsar el uso de tecnologías más eficientes en el diseño de los proyectos de construcción con el fin de optimizar el uso de recursos. Por ejemplo, el método de Proceso Integrado de Diseño (PID) o el uso de Building Information Modelling (BIM), con el fin de impulsar la productividad, la innovación, la estandarización e industrialización, y la construcción sustentable, con especial foco en desarrollo de capital humano, trabajo colaborativo y digitalización.

Por otro lado, el Proceso Integrado de Diseño (PID) es un método de trabajo que asegura la discusión y resolución de problemas que pueden impactar el proceso de construcción. Es más, la integración temprana de proyectos[56] permite tomar decisiones optimizadas, conseguir altos niveles de rendimiento y mejorar el funcionamiento de las construcciones. Así también, un adecuado diseño y el uso de tecnologías permitiría reducir el impacto ambiental y los costos de ciclo de vida a través de sistemas de evaluación y certificación.

Gestión Residuos Construcción y Demolición (RCD)

Por su parte, la gestión de residuos en el proceso de construcción y demolición (RCD) en obras de edificación o infraestructura es el segundo desafío que enfrenta el sector en el ciclo de vida de los insumos. Bajo el concepto de economía circular[57], la tendencia es la prevención y la minimización de los residuos, valorizando el bien utilizado o generando nuevas materias primas o fuentes de energía para otros procesos.

Los residuos de construcción que se generan, según tipo de obra o especialidad, son principalmente aquellos residuos sólidos generados en actividades de demolición, movimiento de tierra, edificación y pavimentación. Estos se pueden clasificar en peligrosos o no peligrosos, y a la vez si son o no comercializables.

No obstante, el principal problema en la gestión de residuos de construcción es que, en su mayoría, terminan en sitios no autorizados. Según el catastro del Ministerio del Medio Ambiente (2017), en la Región Metropolitana había 73 grandes basurales, y 800 microbasurales de carácter ilegal. A nivel nacional, en cambio, solamente se contabilizaron 19 sitios autorizados[58]. El sector enfrenta un desafío frente a la escasez de infraestructura autorizada para la disposición final autorizada de residuos de construcción y demolición, y así también, en la gestión relacionada con el almacenamiento, transporte y disposición final de estos, y los costos asociados a este proceso.

Por otro lado, si bien las grandes empresas están encaminadas en mejorar esta situación, este problema se ve acrecentado en aquellas actividades medianas y pequeñas de construcción (autoconstrucción, remodelación y reparación), donde la gestión en obra y disposición final de residuos no está siendo adecuada y tiene nulo control de fiscalización.

Es más, según información de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), en conjunto con el programa Construye 2025[59], existen pocos transportistas autorizados (lo que repercute directamente en la frecuencia

[56] Considera focos en industrialización, digitalización, trabajo colaborativo, desarrollo de capital humano, estandarización y sustentabilidad.

[57] Para mayor detalle, revisar Anexo 4.

[58] Según datos del MMA (2017), 8 regiones del país y 11 provincias cuentan con infraestructura autorizada para disposición de residuos de construcción y demolición.

[59] "Diagnóstico gestión de residuos en la construcción", Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) 2018.

de retiro de residuos), y en la mayoría de los casos no se realizan gestiones en conjunto con los municipios[60]. Es más, el principal responsable de una correcta gestión en terreno es, principalmente, el prevencionista de riesgo, jefe de terreno o administrador de obra.

No obstante, en 2017 más de un 70% de las empresas consultadas sobre residuos sólidos declara tener poca información relacionada con el manejo de estos en construcción, siendo ésta la principal causa de una inadecuada gestión. Por lo demás, se identifica un desconocimiento del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) y/o un bajo nivel de reporte de datos (periodicidad anual).

De este modo, para definir el alcance de una adecuada gestión de residuos, en su estudio la CDT distingue los siguientes elementos funcionales:

Figura 13: Manejo de residuos

Manejo interno de obra	Generación	Es el momento en que un elemento se convierte en un producto inútil para su dueño, del que tiene la intención o la obligación de deshacerse. Los mayores esfuerzos se deben realizar en esta etapa, procurando evitar la generación de los residuos y minimizando los volúmenes y la peligrosidad de aquellos que no se lograron evitar
	Recolección	Es la acción de retirar el residuo desde el sitio en que se genera (fuente), hasta un lugar de traspaso o almacenamiento, sin abandonar los límites del precio industrial (obras)
	Almacenamiento	Es el receptáculo o sitio de acopio destinado para la acumulación de los residuos
	Traspaso	Es el mecanismo o vía utilizada para conducir los residuos entre distintos puntos al interior de la obra
Manejo externo de obra	Transporte	Es la actividad que se realiza para retirar los residuos desde el interior de la obra, para conducirlos a un sitio de disposición final, como un vertedero o un lugar de reciclaje
	Disposición final	Es un sitio diseñado o autorizado para el depósito de residuos, sobre o bajo el nivel de tierra y que ha considerado en su diseño y construcción las características de los residuos a depositar y medidas de higiene, seguridad y estabilidad estructural adecuadas
	Sistema de declaración de residuos	Herramienta de gestión a través de la cual se declaran los residuos entregados por el generador, así como los residuos recepcionados por los destinatarios finales de los residuos

Fuente: CDT, 2018.

Resulta importante entonces posicionar el concepto de economía circular en la gestión de residuos y, adicionalmente, desarrollar y fortalecer plataformas de datos que reporten información relacionada con su generación, transporte y eliminación. Actualmente se utiliza el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) como plataforma de reporte[61], pero su registro es todavía limitado, existiendo la necesidad de potenciar su uso a través de una correcta cuantificación y clasificación de los residuos en construcción, principalmente de aquellos sólidos.

[60] Señalado como un actor externo relevante para una óptima gestión de residuos en obras de construcción.

[61] Plataforma web en la que se reporta la generación de residuos, en la cual se incluye el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP) y el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), acorde con el reglamento RETC.

Recomendaciones:

Cada empresa deberá:

- Informar periódicamente los residuos generados al gestor autorizado (SINADER).
- Reducir la generación de residuos en los próximos años, en línea con el aumento de la industrialización de la construcción.

Dentro de obras de construcción, algunas propuestas:

- Capacitación a los trabajadores sobre gestión de residuos y reciclaje de materiales de construcción (como plástico, metales, maderas, entre otros).
- Incorporar "puntos limpios" al interior de las obras, lo que permitiría separar residuos.
- Establecer zonas de acopio debidamente limitadas para la segregación de residuos. Esto permitirá contar con una adecuada clasificación y caracterización de los mismos (indicador).
- Involucrar soluciones industrializadas en la actividad.
- Gestión de transporte, presupuesto, vertederos, municipios.
- Políticas de reutilización de insumos.

A modo de contar con una cuantificación económica de residuos, se utiliza como ejemplo el caso de estudio de Bravo et al. (2019), que tiene como objetivo medir y evaluar el costo por metro cuadrado de la generación, almacenamiento, transporte interno y retiro a disposición final en un proyecto tipo de construcción.

El caso analizado corresponde a un proyecto en altura ubicado en la Región Metropolitana, de uso residencial (21 pisos). Para esto, se considera un valor referencial de 9,46 US$/$m^3$ como costo de transporte, dado por la composición de 3,97 US$/$m^3$ como costo fijo y 5,49 US$/$m^3$ como costo variable –correspondiente al traslado de 12 km de distancia (transporte y disposición final de desecho). Además, se supone una tasa de generación por superficie de proyecto (m^3/m^2).

Entre los principales resultados, destaca que los residuos alcanzan 0,186 m^3/ m^2 ([62]), con un costo de US$ 14,1 por cada m^2 construido, mientras que cada m^3 de desecho tiene un valor promedio de US$ 75,5. Así entonces se estima un costo de US$ 188.324, que corresponde a un 1,2% del presupuesto del proyecto.

[62] Otros estudios destacan entre 0,128 m^3/ m^2 a 0,162 m^3/ m^2 construido (Marciel, et al. 2016), o un factor equivalente de residuos de 0,235 m^3/ m^2 de construcción (García, 2016).

05535

Tabla 4: Principales resultados

Etapa	Residuos generados (m^3)	Superficie útil (m^2)	Residuos por superficie (m^3/m^2)	Costo (US$)
Obra Gruesa	544,79	-	0,041	71.285,91
Terminaciones	1.949,37	-	0,146	116.948,53
Total	2.494,16	13.375,23	0,186	188.234,44

Fuente: Bravo et al. (2019).

La etapa más influyente en la generación de residuos es Terminaciones, que genera 3,6 veces más que obra gruesa. De este modo se dejan fuera las etapas Movimiento de Tierra, Instalaciones y Obras Exteriores, ya que son actividades que no generan residuos considerables y/o son subcontratadas a otras empresas quienes asumen la disposición final[63].

Uso de áridos reciclados en hormigón estructural

La preocupación por el desarrollo de materiales más amigables con el medio ambiente en el ámbito de la construcción ha impulsado una toma de conciencia en todos los niveles. La idea de reciclar el hormigón desechado, usándolo como árido para nuevo hormigón, forma parte de este proceso de gestión sustentable al que el mundo está apuntando.

A la fecha, se han realizado varios estudios sobre este material, sobre todo en Estados Unidos y Europa. De esta forma, investigar las características y potenciales beneficios del hormigón con árido reciclado en Chile parece la continuación lógica de esta puesta en marcha.

En esta línea, Chauveinc (2011) analiza la influencia de la modificación del proceso de fabricación de hormigones con árido reciclado, cuantificando el aporte del uso de árido reciclado en términos de costo, tiempo, y sustentabilidad. Comparando las resistencias a compresión a 4, 7 y 28 días, se concluye que, como se esperaba, mientras más alto el contenido de árido reciclado, más baja la resistencia a compresión; por otro lado, el método de mezclado en etapas no mejoró la resistencia a compresión de los hormigones con árido reciclado. Sin embargo, se lograron valores de resistencia a compresión altos y suficientes para usar este material como hormigón estructural. En cuanto a impermeabilidad, se concluye que, al mezclar en etapas los hormigones reciclados, se mejoró su capacidad a no absorber el agua en el caso del hormigón con 50% de árido reciclado; sin embargo, en los otros casos, el resultado no fue tan concluyente como en este. Por lo tanto, la modificación del método de mezclado no resultó eficiente al mejoramiento de las propiedades del hormigón. Sin embargo, los resultados obtenidos irían en la línea de explorar la posibilidad de no excluir el uso, incluso estructural, del hormigón reciclado como árido.

De manera similar, Aguilar et al. (2011) analizan las propiedades de hormigones fabricados con áridos reciclados obtenidos de hormigones demolidos para ser propuestos como una alternativa a una potencial escasez de áridos naturales en cercanías a las grandes zonas urbanas. Para esto, se desarrolló un programa experimental que analizó el efecto sobre las propiedades del hormigón de la clase y dosis de cemento, así como también, la cantidad y tipo de árido reciclado utilizado en la mezcla. Al comparar áridos reciclados con naturales, se observa una disminución en prácticamente todas las propiedades físicas de los áridos reciclados. Destaca la elevada absorción del agregado grueso reciclado. Respecto de las propiedades en estado fresco,

[63] Por lo tanto, dichas consideraciones no son parte del alcance del estudio analizado.

los hormigones fabricados con árido grueso reciclado presentan un comportamiento levemente inferior a los que se obtienen con hormigones con árido natural. Se observaron pérdidas de resistencia a compresión y módulo de elasticidad en hormigones elaborados con árido grueso reciclado con respecto a hormigones de árido natural. Se destaca que la sustitución total de árido grueso natural implica menores pérdidas que las presentadas en hormigones con sustitución parcial. Se estima que el mortero adherido a la superficie de la partícula pétrea del árido de hormigón reciclado es el factor crítico que debilita la adherencia y por lo tanto afecta todas las propiedades del hormigón elaborado con árido reciclado.

De acuerdo con la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica, a pesar de que existen las tecnologías para producir áridos de menor granulometría, como gravas, gravillas o arenas, hoy en día, en Chile está prohibido por ley -NCh163- utilizar áridos reciclados en hormigón estructural. La ley se fundamenta en que el árido reciclado no posee las propiedades físicas y mecánicas necesarias para el hormigón de estructuras. Esto elimina la posibilidad de comercializar el árido para obras de construcción.

Por lo anterior, el mercado de áridos reciclados se reduce a la producción de hormigón no estructural, por ejemplo, sub-bases de caminos, carreteras y construcciones. Se concluye entonces que, mientras no exista una legislación que permita la utilización de áridos reciclados en hormigón estructural, no existirían los incentivos para invertir en tecnología con el fin de obtener áridos reciclados de mejor calidad como gravas, gravillas y/o arena.

Conclusiones y recomendaciones finales

A partir del análisis realizado, se concluye que los esfuerzos necesarios para hacer frente a los desafíos del cambio climático no sólo deben provenir desde las políticas públicas, sino que debe involucrar al sector privado y la academia.

En ese sentido, como CChC se podría avanzar en un compromiso de las empresas del sector para alcanzar algún tipo de certificación ambiental o social en el corto o mediano plazo. En lo que respecta particularmente a la industria, los esfuerzos deberían estar enfocados en:

- Realizar una estimación periódica de las necesidades de inversión ante el aumento de la frecuencia y severidad de desastres naturales producidas por el cambio climático.
- Fomentar el uso de nuevas tecnologías en el diseño de los proyectos de construcción, como, por ejemplo, el uso de BIM. Así también, implementar técnicas más eficientes de riego agrícola para optimizar el uso del recurso hídrico.
- En obras de construcción, educar, capacitar e involucrar a los trabajadores.
- A nivel domiciliario, incentivar un consumo responsable del agua y un uso responsable de la calefacción, ventilación y aislación.
- Evaluar posibles trabas regulatorias y la necesidad de cambios normativos, como es el caso del uso de áridos reciclados o reutilización de aguas grises. Así también Green Building Council Chile argumenta que es necesario avanzar en una ordenanza que promueva ciertos incentivos. Por ejemplo, en Perú se ha permitido aumentar porcentajes de constructividad o altura en los pisos, si se tiene sistema de certificación o se incluyen cubiertas vegetales. Esto adquiere relevancia en Chile, considerando que somos el tercer país en Latinoamérica con más proyectos certificados.

05536

En síntesis, resulta necesario focalizarse en tres grandes áreas de la Adaptación:

1. Disponibilidad de agua: Es donde hay más dificultades, ya que no sólo hay hidrología decreciente, sino que hoy en día estamos afectados por una tremenda sequía, que, si bien puede ser coyuntural, no elimina la tendencia que el país está teniendo sobre su disponibilidad de agua. Hoy día la matriz productiva de Chile se sostiene principalmente en la minería, la agroindustria y el sector forestal, los tres intensivos en uso de agua. Esto obliga a pensar, si se quiere mantener esa matriz productiva, qué esfuerzo vamos a hacer para asegurar un proceso de crecimiento de manera de alcanzar los niveles de desarrollo que el país requiere.

2. Adaptabilidad del territorio: El cambio climático va a implicar un uso distinto del territorio, y en ese sentido, los nuevos instrumentos de planificación territorial debieran ser un eje central que permita ordenar las acciones del sector público y del sector privado en los ejes de adaptación y mitigación. Cabe destacar que el esfuerzo que se debe realizar de adaptación, se puede aprovechar para expandir la capacidad productiva del país, y mejorar las condiciones de vinculación a los mercados mundiales. Por lo tanto, se hace necesaria una estrategia país ya que se debe poner en marcha una transformación de la estructura administrativa.

3. Cambio energético: No sirve avanzar hacia la electromovilidad si se sigue emitiendo GEI en procesos que van desde la generación hasta el uso de estas energías. Un cambio en estos procesos implica un esfuerzo bastante importante del sector energético, el cual se ha comprometido con este proceso de manera bastante explícita, por lo que ahora se requiere el monitoreo de las medidas comprometidas.

Referencias

Aguilar, C., Muñoz, M. P. y Loyola, O. (2011). Utilización del Hormigón Reciclado como Material de Reemplazo de Árido Grueso para la Fabricación de Hormigones. Revista Ingeniería de Construcción, 20(1), 35-44.

Bravo, J., Valderrama, C. y Ossio, F. (2019). Cuantificación Económica de los Residuos de Construcción de una Edificación en Altura: Un Caso de Estudio. Información tecnológica, 30(2), 85-94.

CChC (2018). Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018-2027, Gerencia de Estudios.

Chauveinc, J. A. (2011). Estudio Experimental de Propiedades Mecánicas de Hormigones con Árido Reciclado mediante la Modificación del Método de Mezclado del Hormigón. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Cifuentes, L. & Pica-Tellez, A. (2019). Cambio Climático en Chile: Ciencia, Mitigación y Adaptación, capítulo VIII: Emisiones del sector transporte.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992). Organización de Naciones Unidas.

Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P. & Skuce, A. (2013). Quantifying the Consensus on Anthropogenic Global Warming in the Scientific Literature. Environmental research letters, 8(2), 024024.

Documento Costas de Chile (2019).

Dogde Data & Analytics (2018). World Green Building Trends 2018: South America, Central America and the Caribbean.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bockenand, N. M. P. & Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy – a New Sustainability Paradigm. Journal of Cleaner Production, Vol. 143, pp. 757-767.

Global Alliance for Buildings and Construction (2018). Informe Global.

IPCC (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.

Kats (2003). Green Building Costs and Benefits.

Lee, S., & Lee, B. (2014). The influence of urban form on GHG emissions in the U.S. household sector. Energy Policy, 68, 534-549.

Martínez, Arenas, Bergamini y Urrea (2019). "Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. Serie Policy Papers, CIGIDEN.

McKinsey Global Institute (2016) Bridging Global Infrastructure Gaps.

Ministerio de Medio Ambiente (2019). Informe Inventarios Regionales de Gases de Efecto Invernadero, Serie 1990-2016, Oficina de Cambio Climático.

Ministerio de Medio Ambiente (2018). Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático.

Morales, Winckler y Herrera (2019). Costas de Chile. Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso.

Rojas & Muñiz (2019). "Urban form and spatial structure as determinants of per capita greenhouse gas emissions considering possible endogeneity and compensation behavior".

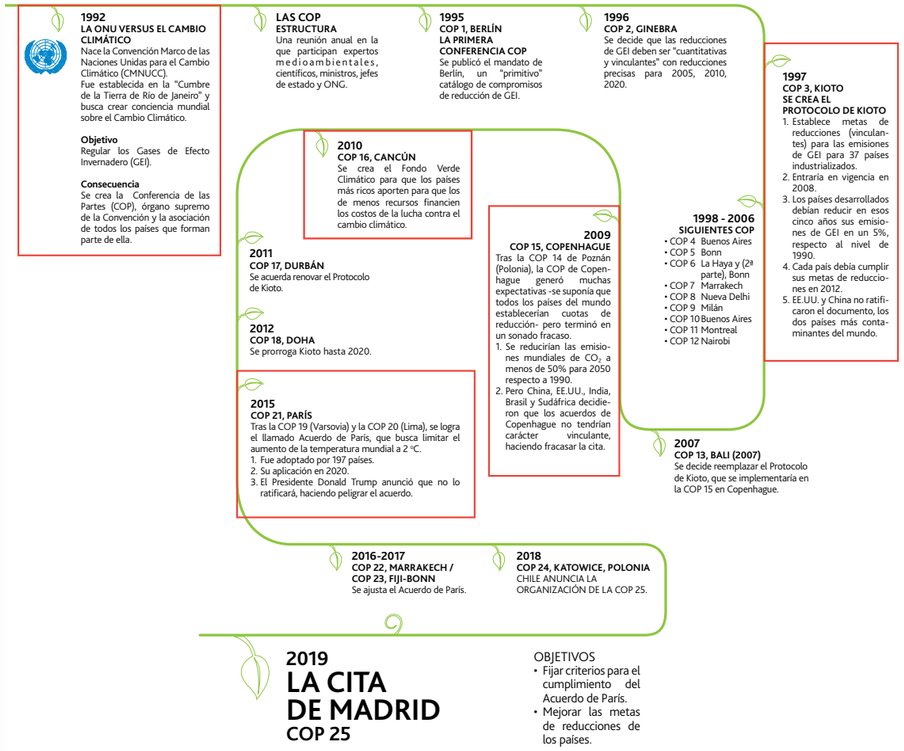
Uğur, L. O. y Leblebici, N. (2018). An Examination of the LEED Green Building Certification System in Terms of Construction Costs. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 1476-1483.

U.S. Department of Energy (2015). Energy Efficiency & Financial Performance: A Review of Studies in the Market. Better Buildings.

Verheggen, B., Strengers, B., Cook, J., Van Dorland, R., Vringer, K., Peters, J., Visser, H. & Meyer, L. (2014). Scientists' Views About Attribution of Global Warming. Environmental Science & Technology, 48(16), 8.963-8.971.

Anexos

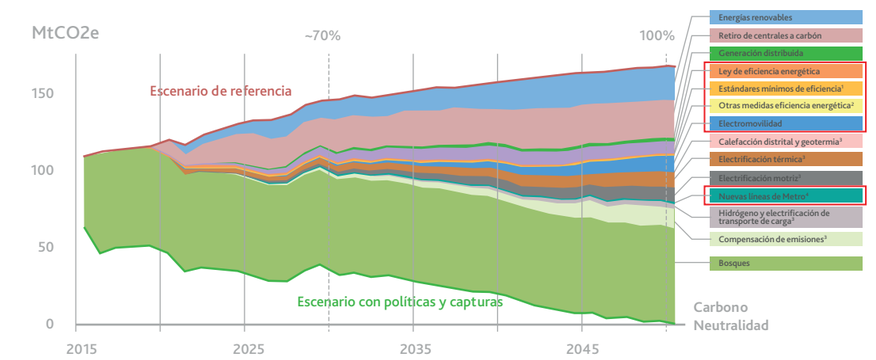
Anexo 1: Historia de las COP e hitos relevantes



Fuente: CChC en base a La Tercera, 1 de abril de 2019.

Anexo 2: Estrategia del Ministerio de Energía para carbono neutralidad al 2050

Estrategia de descarbonización – Neutralidad al 2050 (trayectoria esperada)



Fuente: Estrategia de descarbonización del Gobierno. Ministerio de Energía.

Anexo 3: Implementación de BIM en Chile

A principios de octubre de este año, se lanzó la plataforma web matriz de implementación BIM llamada Planbim. Esta iniciativa tiene como objetivo incrementar la productividad y sustentabilidad –social, económica y ambiental– de la industria de la construcción mediante la incorporación de procesos, metodologías de trabajo y tecnologías de información y comunicaciones que promuevan su modernización a lo largo de todo el ciclo de vida de las obras.

Carolina Soto, directora ejecutiva de Planbim, destacó la importancia del BIM en la eficiencia de los procesos constructivos. "Ha entrado más rápido en edificación, viviendas, hospitales, aeropuertos, etc. Y ha sido más lento en algunos tipos de proyectos de infraestructura, como carreteras y puentes. Especialmente proyectos de vialidad. Nos ha costado más en los proyectos de infraestructura horizontal. Pero estamos trabajando para remediar esto".

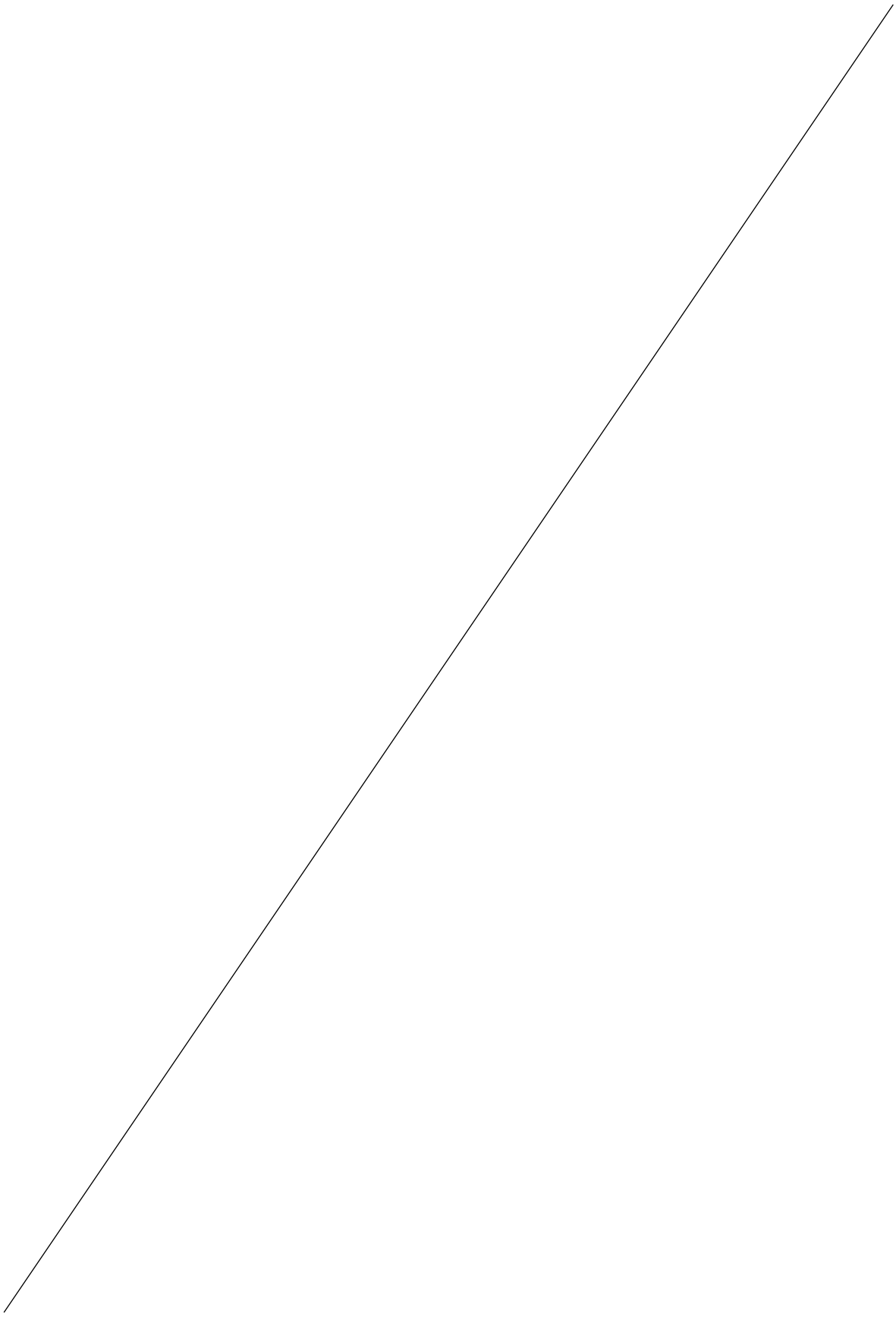
"El rol de la CChC es clave porque este es un cambio metodológico que requiere que el sector público, el sector privado y la academia estén coordinados. La Cámara ha participado, por ejemplo, en la elaboración del Estándar BIM para proyectos públicos y ha participado ella o sus empresas asociadas en otras iniciativas BIM. Es clave que el gremio impulse esto y haga sus propios comités en paralelo", señaló Carolina Soto.

05538

Anexo 4: Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)

De acuerdo con la Oficina de Economía Circular del MMA, una de las principales barreras para el reciclaje de un amplio porcentaje de los RCD, es la disposición final adecuada. De hecho, ocho regiones del país no disponen de ningún sitio de disposición final de estos residuos.

Necesitamos transformarnos en un país que gestiona en forma eficiente los recursos en el ciclo de vida de los proyectos de edificación e infraestructura, involucrando a todos los actores de la cadena de valor, en el marco de una economía circular con el objetivo de alcanzar una gestión ambientalmente racional de los residuos, impactando positivamente en los ámbitos social, ambiental y económico.

Fuente: Presentación Oficina de Economía Circular, MMA 2019.

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION