Ciudades circulares para Chile

Una visión más allá de la descarbonización

enel

Índice

Prefacio 3

Introducción 4

1.

Ciudades, cambio climático y economía circular. Un nexo imprescindible 6

Hablemos de una nueva economía 7

El camino hacia la ciudad circular 12

2.

Una mirada sectorial. Donde enfocar los esfuerzos 13

Sector energía 15

Sector construcción 20

Sector alimentos 27

3.

Ciudades circulares. Radiografías urbanas e intervenciones 32

Antofagasta 35

Gran Santiago 40

Gran Concepción 47

4.

Políticas públicas y gobernanza 55

Reflexiones de los Gobernadores Regionales 59

¿Donde ubicamos la gobernanza? 60

5.

Experiencias internacionales y herramientas 61

Conclusiones 65

Glosario 66

Agradecimientos 69

Prefacio

Entre todas, la crisis que es considerada uno de los grandes desafíos del Siglo XXI, y que permanece aún sin solución, es la del cambio climático. Vivimos una época de grandes retos que se transforman en oportunidades para acelerar la transición hacia una sociedad más justa y respetuosa del planeta. Para lograrlo necesitamos centrar nuestros esfuerzos en buscar soluciones innovadoras, oportunas y eficaces para el planeta y la humanidad. Sin duda, los impactos del cambio climático nos exigen priorizar acciones en el corto plazo para adaptarnos y evitar efectos mayores.

La crisis climática evidencia la insostenibilidad de los procesos productivos y de consumo. Sus secuelas han provocado la pérdida de biodiversidad mermando la resiliencia de los ecosistemas, por lo que se ha transformado ya en urgencia social en muchos países. El aumento de la temperatura y los eventos climáticos extremos afectan la vida en los territorios y en particular en las comunidades más vulnerables. Aunque las acciones han sido insuficientes, aún tenemos tiempo para revertirlo y buscar soluciones mediante la innovación y la creación de nuevos paradigmas. Pero debemos hacerlo de manera colectiva y decisiva.

En este escenario, las ciudades tienen un rol fundamental, porque irán concentrando la población y actividades en los próximos años. Este fenómeno ya es un hecho en America Latina, con megaciudades como Sao Paulo y Buenos Aires. Los centros urbanos de desarrollo requieren un metabolismo diferente, que resuelva el aumento de emisiones contaminantes de las cuales hoy son responsables, y que además proponga a la ciudadanía un nuevo modelo vida, de consumo y de servicios.

En esta búsqueda de soluciones y llamado a la acción, todas las partes deben cumplir un rol: las empresas deben integrar la sostenibilidad a nivel estratégico, modificando sus procesos industriales y productivos; las personas deben replantearse sus decisiones de consumo; las políticas públicas deben fomentar un nuevo modelo de desarrollo, con metas concretas para los territorios y con una proyección a largo plazo. El trabajo conjunto será clave para lograr un equilibrio entre el progreso y la salud del planeta.

Este documento es resultado de un trabajo de análisis de tres ciudades de Chile y fue desarrollado en colaboración con el sector público, la sociedad civil y la academia. Su propósito es contribuir a una reflexión sobre la capacidad de nuestras ciudades y de toda la comunidad de integrar los principios de la economía circular para replantear el modelo lineal de producción y consumo. En el análisis consideramos tres sectores, por su peso en las emisiones globales y la importancia de los servicios que entregan a las urbes: energía, construcción y alimentos. Estos sectores, de entrelazar sus esfuerzos, podrían multiplicar los impactos positivos para la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Nuestra aspiración es que este trabajo inspire la puesta en marcha de acciones concretas en las ciudades que, en nuestra opinión, son un lugar imprescindible para abordar el cambio climático. Una transformación consistente de sus procesos y mecanismos de funcionamiento nos permitirá convertirlas en lugares más resilientes y prósperos, para las actuales y futuras generaciones. Sin embargo, el sentido de urgencia nos exige pisar el acelerador. Es necesario buscar las soluciones ahora para forjar ciudades que pongan en el centro la conservación de los recursos naturales, la reducción de las emisiones y la mejor calidad de vida para todas las personas.

Fabrizio Barderi
Gerente General
Enel Chile

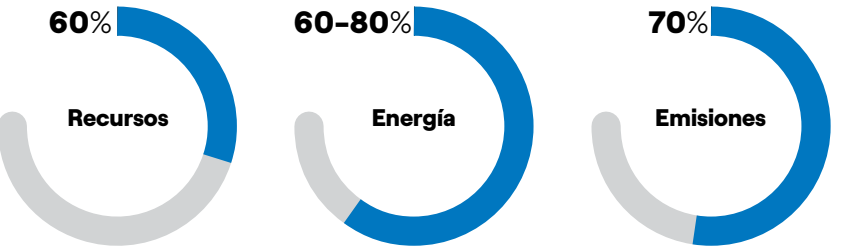
Introducción

Las ciudades son centros de desarrollo que abarcan solo el 3% de la superficie terrestre, concentran más de la mitad de la población mundial y generan el 80% del PIB global[1]. Según proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas, aproximadamente un 70% de la población vivirá en las ciudades dentro del 2050[2], por efecto de los procesos migratorios urbano-rurales y entre naciones. Para ese mismo año, y debido al crecimiento gradual de la urbanización, se advierte que el 80% de los alimentos producidos a nivel mundial será consumido en las ciudades[3].

Como importantes centros de industrialización, desarrollo e información, las ciudades demandan un 60% de los recursos del planeta, consumen entre el 60% y el 80% de la energía[4] y generan aproximadamente el 70% de las emisiones de GEI[5], principalmente por consumo de combustible fósil en energía y transporte.

Las ciudades de Chile no son una excepción. El Censo de Población y Vivienda de 2017 indicó que el país tiene 17,6 millones de habitantes que se concentran en grandes conurbaciones, entre las cuales destaca Santiago, capital política y administrativa, donde habita el 58,9% de la población.

En el mundo, la concentración poblacional y crecimiento de las ciudades conlleva un aumento de la demanda por bienes y servicios, presentando grandes desafíos para las cadenas de suministro de energía y alimentos, la gestión de residuos y los sistemas constructivos. La pandemia de Covid-19, que surgió en diciembre de 2019 y se extendió rápidamente por el mundo, evidenció aún más tales desafíos, exacerbó las desigualdades subyacentes y alteró la vida en las ciudades, comprometiendo el tejido social, la salud pública y la economía, especialmente en las comunidades más vulnerables[6]. El impacto de la crisis climática y la fragilidad que constató esta pandemia obliga a repensar la forma de desarrollo y adaptación.



Objetivos del documento:

(1) Desarrollar una visión de economía circular para las ciudades de Chile.

(2) Levantar datos de materiales, energía y emisiones e indicadores basados en información pública.

(3) Identificar oportunidades de circularidad para la descabonización de tres sectores económicos: energía, construcción y alimentos.

(4) Proponer intervenciones circulares para las ciudades de estudio basadas en los principios y modelos de negocio de economía circular.

Las ciudades circulares son una vía para hacer realidad una nueva forma de desarrollo, pues incorporan los principios, fundamentos y estrategias de la economía circular. Son ciudades que idealmente han repensado la forma en que productos, materiales y activos se utilizan, conservando su valor en el tiempo, evitando la generación de residuos y regenerando los sistemas naturales. Son alimentadas por energías renovables y cadenas de suministro locales, maximizan la eficiencia energética, adoptan la digitalización, la reutilización de los bienes, las plataformas de uso compartido, la servitización, la valorización de materiales y la reducción de residuos desde el diseño. Su objetivo es combinar desarrollo económico, sostenibilidad ambiental e inclusión social para contrarrestar el cambio climático, lo que se logra a través de la descarbonización de las cadenas de valor y el fomento de la transición justa y la equidad.

Enel tiene un firme compromiso en la lucha contra la crisis climática y la transición hacia un modelo de ciudad sostenible. Desde hace varios años, ha incluido estos principios como pilares estratégicos en su modelo de negocio. A partir de 2018, junto con instituciones clave y *stakeholders* a nivel global, ha contribuido a desarrollar el concepto de "ciudades circulares" y ha publicado cuatro *papers* concebidos como una contribución a los tomadores de decisiones en la transición de las ciudades hacia la economía circular.

Este documento promueve una discusión en torno a las ciudades de Chile, enfocándose en tres ciudades ubicadas en distintos contextos geográficos: Antofagasta, en el norte; Santiago, en el centro y Concepción, en el sur. El foco de análisis está centrado en tres sectores que tienen mayor potencial para la descarbonización: energía, construcción y alimentos. El trabajo está fundamentado en la recopilación de datos públicos de flujos de materias primas, energía, residuos y emisiones, con el propósito de proponer intervenciones circulares para esas ciudades. Así, sería posible impulsar el desarrollo e implementación de políticas públicas territoriales, innovación, nuevos modelos de negocio, atracción de financiamiento, diferentes capacidades y nuevas fuentes de trabajo.

Enel concibe este documento como una guía que esperamos permita profundizar y contribuir a una economía circular e identificar sinergias entre los diversos sectores que interactúan en las ciudades de Chile.

1.

Ciudades, cambio climático y economía circular

Un nexo imprescindible

Desde la revolución industrial, las actividades humanas han impactado en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, generando un desequilibrio en los patrones climáticos. Los científicos han logrado evidenciar los diversos impactos sobre todas las regiones del planeta, con eventos extremos, sequía y aumento del nivel del mar. Según el último informe (AR6) del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), la intervención humana sobre los procesos climáticos es innegable[7]. En el Acuerdo de París de 2015 fueron aprobados por las Naciones Unidas los principales instrumentos rectores para avanzar en la mitigación y adaptación al cambio climático en las ciudades, planteando los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030[8]. Son 17 objetivos, que fijan un acuerdo global para alcanzar metas en los ámbitos económico, social y ambiental. La COP26 celebrada en 2021 en Glasgow, Escocia, fue un encuentro importante para evaluar los avances y mejorar los compromisos adoptados por los países. En la declaración final, se pidió reducir gradualmente el uso de los combustibles fósiles, dada su responsabilidad en la crisis climática[9], y se enfatizó el rol protagónico que tienen las ciudades para enfrentar esta crisis[10].

Chile es parte también de estos compromisos. En 2020 definió sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés), que establecen metas de adaptación y mitigación para la reducción de emisiones de CO_2, entre ellas están: evitar el aumento de la temperatura global sobre los 2°C y mejorar la calidad de vida y sostenibilidad en el desarrollo nacional y local. Esto supone incorporar los componentes de adaptación y mitigación para avanzar en el desarrollo de compromisos relacionados con la conservación del ecosistema marino, terrestre y el impulso a la economía circular[11].

Chile ha orientado el desarrollo de la economía circular al plano territorial y a la búsqueda del desarrollo sostenible. En 2021 se delimitó la "Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040", donde se establecen siete metas y cuatro ejes fundamentales. Uno de ellos, el eje de Territorios Circulares, indica: "Es necesario que las regiones del país puedan abordar sus desafíos de acuerdo con sus realidades locales, atendiendo a sus especificidades y apalancando sus potencialidades", lo que "facilitará un aprovechamiento sostenible y regenerativo de los recursos naturales, generando bienestar para sus habitantes".

Hablemos de una nueva economía

Las formas de producción y consumo actual –que en gran medida vienen a abastecer las necesidades crecientes de las ciudades y sus habitantes– tienen un importante vínculo con la urgencia climática. Los compromisos mundiales son un llamado a la acción para un desarrollo sostenible, pero los esfuerzos hasta ahora parecen ser insuficientes.

Las iniciativas en torno a la mitigación se han centrado en dos ejes: el recambio de la generación eléctrica por fuentes renovables, y la implementación de medidas de eficiencia energética. Sin embargo,

Desde la revolución industrial, las actividades humanas han impactado en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, generando un desequilibrio en los patrones climáticos.

según la Fundación Ellen MacArthur, la conversión de energía representa solo el 55% de las emisiones globales de GEI. El restante 45% está asociado en gran medida al uso de combustibles fósiles en los procesos de fabricación de productos derivados del trabajo de la tierra, de la producción de alimentos, aparatos electrónicos, ropa y otros bienes que son utilizados y consumidos de manera cotidiana en todo el planeta[12]. Es en estas cadenas de valor donde se encuentra el potencial de la economía circular.

Modelo lineal vs Modelo circular

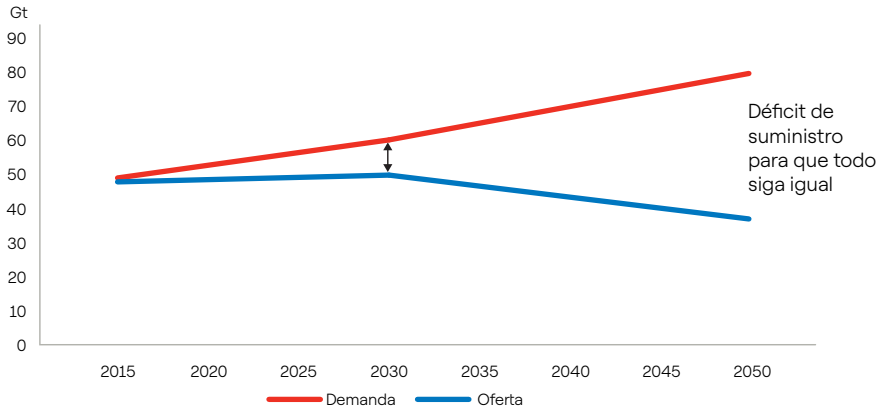
Hasta el final del siglo XX prosperó la industrialización y la producción en masa, mediante un modelo lineal, dada la tendencia a la baja de los precios de las materias primas. Asentado en la triada extraer-producir-desechar, este modelo constituyó la base del desarrollo de la sociedad actual, generando, además de crecientes emisiones de GEI, residuos, pérdidas de energía y productos de un solo uso, o de uso por pocas horas, como los vehículos particulares.

Esta tendencia de mercado se ha invertido en los últimos veinte años. Los precios de las materias primas han ido al alza y experimentan una volatilidad nunca vista. Los mercados se tensan debido al agotamiento de las reservas de importantes materiales críticos, incluidos aquellos que son estratégicos para la transición energética –fundamental en la urgencia climática–. En paralelo, se espera que 3 mil millones de personas avancen a la clase media al año 2025. Y esos grupos, con mayor poder adquisitivo, aumentarán aún más la demanda por recursos del planeta[12]. Según Accenture, hacia 2030 el actual sistema económico tendrá una brecha de 8 mil millones de toneladas entre demanda y oferta de materias primas[13].

Es insostenible esta forma lineal de producción y consumo, que depende principalmente de la extracción de materias primas y combustibles fósiles, y que genera miles de toneladas de residuos. El sistema de desarrollo, que tanto ha dado a la humanidad, debe cambiar. Se han cruzado los límites planetarios[14] con graves consecuencias para los ecosistemas naturales. Las externalidades negativas –como la contaminación del agua, aire y suelo– son perjudiciales para la disponibilidad de recursos de las próximas generaciones e influyen directamente en la pérdida de biodiversidad y calidad de vida de las personas.

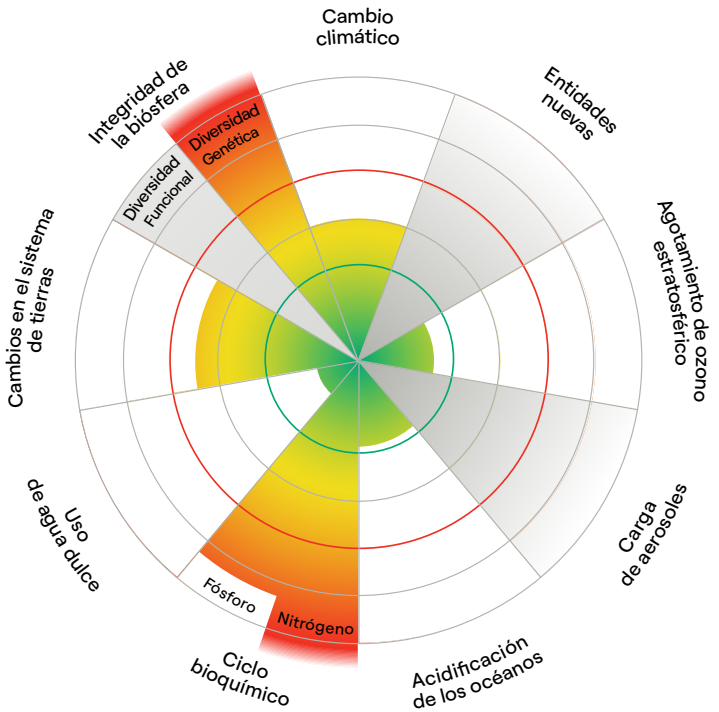
El modelo circular pretende transformar la manera en que los recursos transitan en nuestra economía: la energía proviene de fuentes renovables no convencionales (ERNC), la tecnología y la innovación generan nuevas oportunidades de negocios circulares, los materiales se pueden reutilizar, reparar, rediseñar, remanufacturar y reciclar, mientras que los nutrientes orgánicos se pueden reintegrar al sistema natural[12]. Este sistema, que se reconoce como regenerativo de los ecosistemas naturales, aborda el problema de derroche y contaminación a la vez que abre la oportunidad de crear valor entre la sociedad, academia, instituciones y empresas, e impulsa la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Desequilibrio de oferta/demanda de recursos (2015/2050)



Fuente: Adaptado de Accenture Strategy (2015). La Ventaja Circular.

Límites planetarios



Fuente: Adaptado desde W. Steffen, K. Richardson, J. Rockström, et al. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347(6223). Nota: Los límites: Entidades nuevas, carga de aerosoles y diversidad funcional aún no han sido calculados.

Principios fundamentales de la economía circular [16]:

Eliminación de los residuos y contaminación desde el diseño:

En una economía circular la basura es un error de diseño, por lo tanto, es vital evitar su generación desde el inicio para reducir los costos e impactos asociados a su gestión. Bajo este principio los productos son concebidos para que sus materiales vuelven a entrar en la economía al final de su utilización.

Mantener productos y materiales en uso en el tiempo:

Bajo este principio, productos y materiales circulan en la economía manteniendo su máximo valor mediante reutilización, reparación, reacondicionamiento y reciclaje. De esta forma se extiende la vida útil de los productos y, cuando no es posible, sus componentes y materiales son convertidos en nuevos insumos, reteniendo su valor intrínseco. Se evita así la generación de residuos y la necesidad de extraer nuevos recursos.

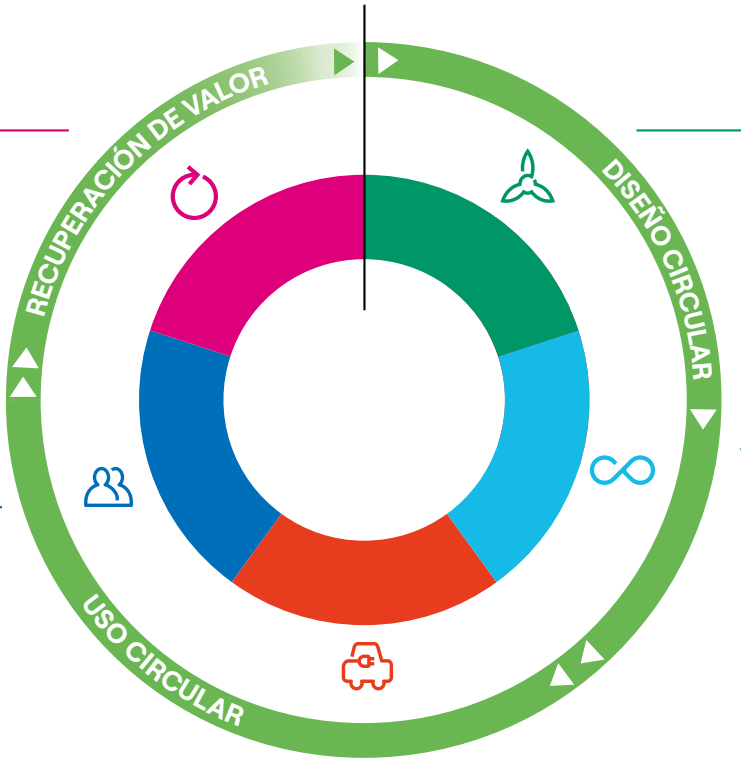
Regenerar de los ecosistemas naturales:

Este principio plantea un enfoque activo para la regeneración del capital natural, pasando de una economía extractiva que degrada la naturaleza, a una que ayuda a restaurar suelos, incrementar la biodiversidad y devolver a la tierra los nutrientes biológicos.

Nuevos modelos de negocio

La economía circular integra diferentes enfoques. A lo largo de toda la cadena de valor, estos promueven un nuevo modelo económico basado en insumos sostenibles (renovables, reutilizables y de reciclaje); en la maximización de la vida útil de bienes y productos; en la extensión del factor de uso (productos y servicios compartidos) y en la valorización de los activos al final del primer ciclo de vida.

Articulamos la representación de esta visión en cinco pilares[17]:



Nuevos ciclos de vida

Cada solución dirigida a preservar el valor de un bien al finalizar su ciclo de vida mediante reutilización, regeneración, upcycling o reciclaje, en sinergia con los otros pilares.

Plataformas de uso compartido

Sistemas de gestión común entre varios usuarios de productos, bienes o competencias.

Insumos circulares

Modelo de producción y uso basado en insumos renovables o procedentes de ciclos de vida anteriores (reutilización y reciclaje).

Extensión de la vida útil

Enfoque de diseño y gestión de activos o productos finalizado a extender su vida útil, por ejemplo, mediante diseño modular, reparabilidad facilitada, mantenimiento predictivo.

Producto como servicio

Modelo de negocio en el que el cliente adquiere un servicio por un periodo limitado, mientras que la Compañía mantiene la propiedad del producto, maximizando su factor de utilización y su vida útil.

Beneficios de la economía circular

Económicos

Transitar hacia una economía circular implica que las empresas adopten nuevos modelos de negocios innovadores que permitan reducir su dependencia de recursos cada vez más escasos. Esto redunda en nuevas fuentes de ingresos o ahorro en costos y también contribuye a mitigar la exposición al riesgo, con ventajas tangibles en términos de competitividad. La Fundación Ellen MacArthur estimó que la Unión Europea podría ahorrar entre 340 y 630 mil millones de dólares, solo a nivel de materias primas especialmente para la industria de vehículos, maquinarias y equipamiento. A nivel de bienes de consumo de rápido movimiento (FMCG, Fast-Moving Consumer Goods, por su sigla en inglés), la Fundación estima un valor global en oportunidades circulares que podría alcanzar ahorros por 700 mil millones de dólares al año, especialmente en alimentos envasados, vestuario y bebidas. Ello representa un 20% de los costos de las materias primas necesarias para su producción[18]. Según Accenture, este nuevo modelo circular puede desbloquear unos 4,5 billones de dólares en crecimiento económico al año 2030[14].

Sociales

Se requerirán nuevos puestos de trabajo en investigación y desarrollo, reprocesamiento de metales, mantenimiento, reparación, ventas y otros servicios que fomenten y fortalezcan la relación entre el cliente y el productor. Estas medidas contribuirán a desarrollar cadenas de valor más cortas y al cierre de los ciclos productivos.

En este ámbito, la Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040 define una meta de 180 mil nuevos empleos para ese año. Por otro lado, La Organización Internacional del Trabajo (ILO, por su sigla en inglés) proyecta que el mayor crecimiento se dará en los sectores de servicios y tratamiento de residuos, con 50 y 45 millones de empleos al año 2030, respectivamente. Lo anterior asume un incremento anual del 5% en las tasas de reciclaje de plásticos, vidrio, celulosa, metales y minerales y considera un crecimiento anual del 1% en servicios de reparación y arriendo. Estas medidas reducirían la demanda de nuevos productos y la extracción de materias primas[19].

Ambientales

Los principios de la economía circular están estrictamente vinculados a la mitigación del cambio climático, mediante la reducción de emisiones en las cadenas de valor, la retención de la energía incorporada en los productos y del secuestro de carbono en el suelo mediante prácticas regenerativas.

Según las estimaciones de la Fundación Ellen MacArthur, la economía circular tiene el potencial de reducir el 40% de las emisiones de GEI al 2050 aplicando sus principios sobre las cadenas de valor de tan solo cuatro materiales: cemento, acero, plástico y aluminio. Si se considera la circularidad del sector alimentos, la reducción alcanza un 49%.

Además de la rebaja de emisiones, este nuevo modelo ayudará a la resiliencia de las ciudades, restringiendo la producción de residuos y contaminación atmosférica[12].

El camino hacia la ciudad circular

Si bien existen múltiples vías para avanzar hacia una ciudad circular, este estudio considera el concepto de metabolismo urbano y los principios de la economía circular por la facilidad que presentan para medir el potencial de circularización de sectores económicos en el radio urbano.

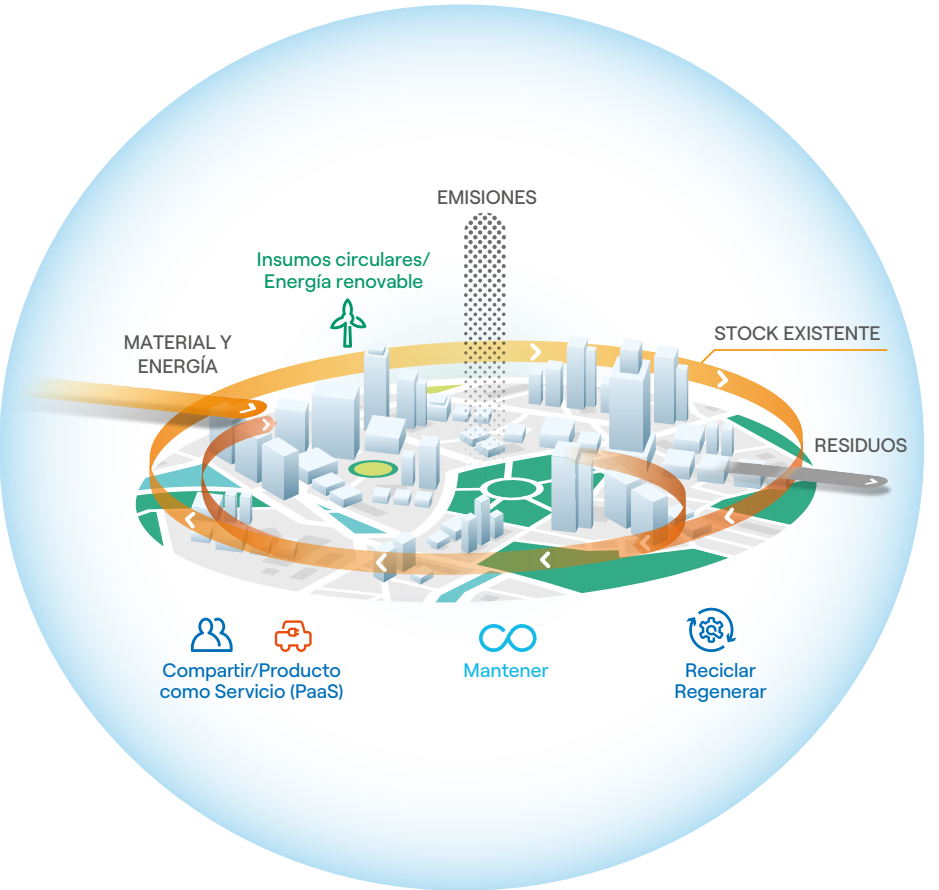
Es posible analizar la ciudad como un sistema abierto, que depende de flujos de materiales y de energía con otros subsistemas, dentro y fuera del límite urbano, y entre los distintos sectores de la economía[20]. En su esquema de funcionamiento, se pueden identificar flujos de entrada –materiales, energía, alimentos y agua– y de salida –residuos y emisiones– cuyo comportamiento está determinado por lo que se ha denominado el metabolismo urbano de cada ciudad. Este concepto se define como la suma total de los procesos técnicos y socioeconómicos que ocurren en la ciudad y dan lugar al crecimiento, la producción de energía y la eliminación de residuos[21]. En un metabolismo lineal, los recursos materiales y energéticos provienen desde el exterior y una parte de ellos se elimina hacia afuera. En un metabolismo circular, idealmente la ciudad es capaz de generar sus propios recursos, reduciendo la demanda externa y conectando salidas con entradas[22].

Las ciudades son sistemas cada vez más complejos. Con el aumento de la población, crece también el radio urbano y, por ende, la demanda de recursos y servicios genera mayores niveles de producción, consumo y residuos[23]. Dado que los centros urbanos originan gran parte de las emisiones contaminantes a nivel mundial, también tiene la oportunidad de convertirse en el punto de inicio para entregar soluciones y afrontar la crisis climática.

Es conveniente, entonces, el complemento entre economía circular y metabolismo urbano circular, ya que ambos reconocen la necesidad de circularizar procesos para alcanzar el desarrollo sostenible.

En esta forma de desarrollo, la demanda de energía se abastece de fuentes renovables; los productos y los materiales que circulan en la economía se valorizan y extienden su vida útil, reduciendo la presión sobre los sistemas naturales por efecto de la contaminación y emisiones. La innovación y la tecnología, además, fomentan la creación de nuevos modelos de negocio circulares, el desarrollo de mercados locales y procesos de simbiosis industrial en la ciudad. Y también se replantea la utilización de los espacios en desuso, para ofrecer mayor accesibilidad a servicios y zonas de esparcimiento.

> En un metabolismo circular la ciudad es capaz de generar sus propios recursos, reduciendo la demanda externa y conectando salidas con entradas.



2.

Una mirada sectorial

Dónde enfocar los esfuerzos

Dónde enfocar los esfuerzos

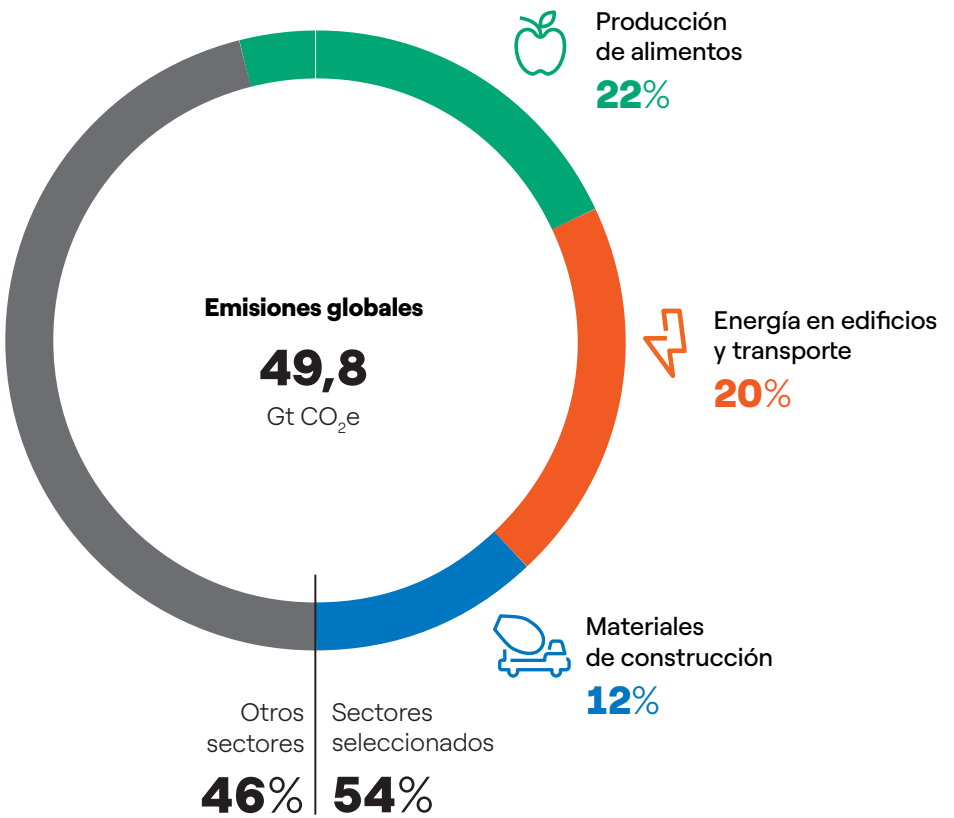
La visión de una ciudad circular contempla distintos sectores urbanos que son claves para redefinir los flujos de energía y materiales del metabolismo urbano. El fuerte vínculo entre cambio climático y economía circular genera la necesidad de priorizar. Los esfuerzos, en este estudio, se concentraron en tres sectores económicos que a nivel global contribuyen de forma significativa a las emisiones de GEI de las ciudades:

El uso de energía en transporte y edificios es responsable del 20% de las emisiones globales. Son emisiones debidas a la quema de combustibles fósiles, ya sea dentro de las ciudades –por ejemplo, en los medios de transporte– (Alcance 1), afuera de las ciudades por la producción de electricidad (Alcance 2) o en el transporte de bienes (Alcance 3).

La cadena productiva de cuatro materiales de construcción que las ciudades demandan constantemente (cemento, acero, plástico y aluminio) es responsable del 12% de las emisiones globales, que en mayor medida se producen afuera de las ciudades o incluso afuera del país (Alcance 3).

Los procesos de producción, distribución de alimentos y la disposición de residuos orgánicos, son responsables del 22% de las emisiones globales (Alcance 3).

Contribución a las emisiones de GEI de los sectores seleccionados



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Ellen MacArthur Foundation, Completing the Picture: How the Circular, Economy Tackles Climate Change (2019). Nota: Materiales de construcción: Cemento, acero, plástico y aluminio

Este capítulo analiza los tres sectores y sus características en Chile, para delimitar los ámbitos de intervención más pertinentes a las ciudades. Se consideran las principales entradas y salidas de materiales, energía y residuos, recogiendo experiencias de ciudades pioneras en la aplicación de la economía circular, de entidades expertas nacionales e internacionales, y la concordancia con políticas y programas actuales.

Sector energía

A medida que las sociedades se desarrollan y enriquecen, requieren más energía para su funcionamiento. Históricamente, la demanda de energía mundial se ha incrementado de manera proporcional al al crecimiento de la población[24].

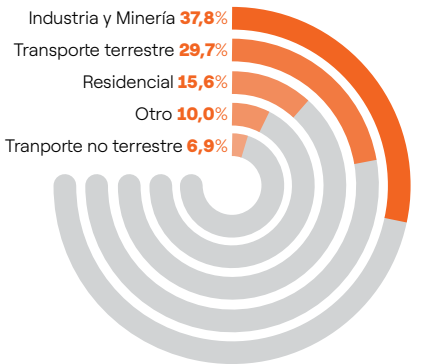
Chile ha tenido un rol mundialmente reconocido en acelerar la descarbonización de su matriz de generación eléctrica, impulsando la instalación de nueva capacidad renovable. Junto a eso, la electrificación de los consumos finales permitirá reducir impactos mediante la adopción de tecnologías más eficientes y un gradual abandono de los combustibles fósiles.

Los programas y políticas públicas implementados en la última década han definido una trayectoria clara y precisa hacia la mitigación de las emisiones. El compromiso del Estado a largo plazo se refleja en las estrategias nacionales de Movilidad Sostenible y de Electromovilidad; la Ley Marco de Cambio Climático; la Ley de Eficiencia Energética; los programas de Generación Distribuida mediante techos solares y la Certificación Energética de Viviendas, en el marco de la Política Energética 2050. Adoptar una visión circular en aquellas ciudades que concentran buena parte de los consumos finales de energía en el transporte y en la calefacción de viviendas servirá para implementar estrategias orientadas a reducir el consumo de combustibles fósiles y aprovechar potenciales recursos energéticos locales y renovables. El recambio tecnológico necesario para llevar a cabo esta transición deberá incluir requisitos para un diseño circular que permita la mitigación de las emisiones de la cadena de valor y minimice la exposición al riesgo de suministro de materiales.

Dependencia de los combustibles fósiles

En Chile, el consumo final de energía en 2019 fue de 301.629 Tcal[25], predominado por los derivados del petróleo (57,5%). Las actividades de quema de combustibles fósiles para el **transporte y el sector residencial** son responsables del 38,5% de las emisiones[26] y del 52,2% del consumo[27].

Consumo Final de Energía (2019)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Ministerio de Energía. (2021). Informe Balance Nacional de Energía (2019).

Un parque automotor en continua expansión

El parque automotor de vehículos motorizados particulares alcanzó en 2019 las 5.147.227 unidades, con un incremento constante tanto en el número absoluto como en la tasa de motorización. Esta pasó de 236 a 269 vehículos/1000 habitantes entre 2015 y 2019[28] inducido por la expansión de la población, el mayor poder adquisitivo y el mejoramiento de la infraestructura vial en el país.

El sector transporte terrestre consumió 89.556 Tcal en 2019, donde el 57% del consumo final fue petróleo diésel, un 42% gasolina y sólo un 0,3% correspondió a electricidad. No obstante, la electromovilidad ha ido progresando rápidamente. En abril de 2022, todas las regiones del país ya contaban con al menos un punto de recarga, con una potencia total de más de 17 MW. Las ventas de vehículos eléctricos también han crecido sensiblemente en los últimos años.

Desafíos para viviendas más eficientes y electrificadas

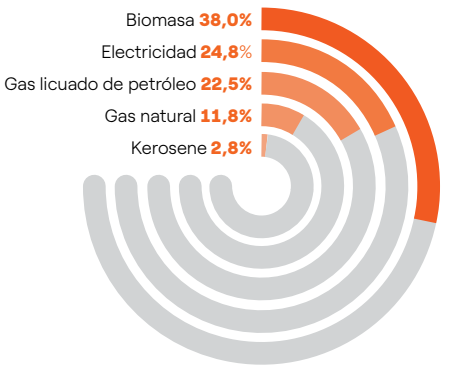
En 2019, el consumo de energía final del sector residencial ascendió a 47.092 Tcal. La composición del uso final según fuente de energía está predominada por la biomasa (38%), la electricidad (25%) y el gas licuado de petróleo (23%). Climatización y agua caliente sanitaria (ACS) son las principales fuentes de consumo de energía anual de las viviendas, con el 53% y el 20% respectivamente.

El 39% de los hogares utiliza leña como energético del sistema de calefacción principal, un 19% kerosene y un 21% gas licuado. El gas natural y el licuado son los sistemas principales para la producción de ACS y los usan el 92% de las viviendas a nivel nacional[29].

Si bien entre los años 2009 y 2018 se observó una leve disminución en el uso de energía en las viviendas, un 67% aún no cuenta con alguna medida de aislación térmica, porque en su mayoría fueron construidas antes de 2001. Desde ese año se introdujeron requisitos de aislación en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC). Existe, entonces, un potencial para reducir los consumos, lo que pone interesantes desafíos para el sector construcción.

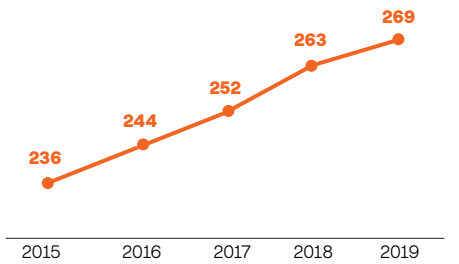
En el mismo periodo 2009-2018 se observó un aumento del consumo de electricidad en reemplazo de otros energéticos. Hubo un salto de 1.692 kWh/vivienda año a 2.074 kWh/vivienda año, lo que muestra una tendencia hacia una creciente electrificación de los consumos. Mediante la adopción de tecnologías eficientes, acompañadas con el plan de descarbonización de la matriz eléctrica, esta tendencia será clave en una efectiva reducción del consumo de combustibles fósiles y, como consecuencia, de las emisiones debidas al uso de energía en las viviendas.

Fuentes de energía del sector residencial (2019)



Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Energía.(2021). Informe Balance Nacional de Energía (2019). No se indica el biogas, que representa el 0,01% del consumo.

Tasa de motorización (2019)
Vehículos/1.000 habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2019).

¿Cómo aplicar los principios de la circularidad en el sector energía?

En una óptica de metabolismo urbano circular, para lograr el cierre de los ciclos de recursos y reducir la dependencia de recursos externos, la ciudad deberá reducir el consumo de combustibles fósiles mediante la eficiencia energética. También deberá implementar cambios modales y el uso de los recursos energéticos renovables del territorio urbano, particularmente de la radiación solar. Donde sea posible, se deberá recuperar energía residual desde la industria, los residuos y las aguas residuales, incluyendo oportunidades de sinergias con otros sectores, entre ellos el de los alimentos, dado el potencial energético que tienen los residuos orgánicos.

La electrificación del transporte terrestre será la principal medida para contribuir a reducir la intensidad de emisiones de las ciudades y la dependencia de los combustibles fósiles. Con la primera Estrategia Nacional de Electromovilidad se establecieron metas de largo plazo que apuntan a alcanzar el 40% de vehículos particulares y el 100% del transporte público urbano al año 2050. Con la Ruta Energética 2018-2022, se lanzó la meta de llegar 2.430 vehículos eléctricos al 2022 y la Estrategia Nacional de Electromovilidad, lanzada en 2021, propone que al año 2035 el total de las nuevas incorporaciones al transporte público y las ventas de vehículos livianos y medianos sea de cero emisiones.

Si bien el cambio a una movilidad más limpia traerá beneficios en eficiencia, ruido y emisiones, para avanzar hacia un modelo circular también se deben promover fórmulas innovadoras que contribuyan a frenar y revertir el aumento de un parque automotor ampliamente subutilizado. Se estima que los autos privados transcurren el 92% de su vida útil estacionados[30]. En Santiago, la ocupación promedio hoy es de 1,4 pasajeros por vehículo[31]. A modo de ejemplo, un auto privado con motor a combustión interna, ocupado por 1,4 pasajeros, emite por cada pasajero 174 g CO_2e/km. Cambiar a un auto eléctrico reduciría las emisiones a 123 g CO_2e/km[32], un 30% menos, considerando la matriz eléctrica actual de Chile. Si además se lograra duplicar la ocupación promedio, se obtendría no solo una baja del 65% de las emisiones, sino también llegaría a la mitad el número de autos en circulación.

Por lo tanto, acompañar la transición tecnológica con modelos de transporte compartido, incentivar los cambios modales hacia una movilidad activa (caminata, bicicleta), la creación de condiciones para disminuir la necesidad de viajes (el trabajo remoto) y un desarrollo más capilar del transporte público, implicarán beneficios adicionales para la descontaminación, la descongestión y la calidad de vida. La aspiración es la "ciudad de los 15 minutos".

En cuanto a la tasa de motorización, la red C40[33] recomienda a las grandes ciudades alcanzar los 190 vehículos/1000 habitantes hasta el año 2030 y promover un objetivo ambicioso de cero vehículos privados[34]. Esta meta es muy importante si se consideran las emisiones indirectas generadas al demandar productos. En el ciclo de vida de un auto privado eléctrico, por ejemplo, solo el 52% de las emisiones se deben al uso de la energía, el resto se produce en su ciclo productivo y en la infraestructura. Estas generalmente no se contabilizan en los inventarios nacionales, pues se producen en su mayoría fuera del país.

Respecto de la materialidad y el fin de vida, la Estrategia Nacional de Electromovilidad pone el foco en la regulación del reciclaje de baterías, en el marco de la Ley 20.920 sobre responsabilidad extendida del productor, que incluirá metas específicas de recolección y valorización. Esto llevará, entre otras acciones, a establecer incentivos asociados a la reutilización de las baterías extraídas de distintos medios de transporte, generando un mercado secundario formal. Serán estudiadas y promovidas soluciones tecnológicas para la segunda vida de las baterías, para potenciar la reutilización en los sistemas de almacenamiento de generación eléctrica aislados y conectados a la red.

Será desarrollada la regulación que valide y regule el *retrofit,* la transformación de vehículos de combustión a eléctricos, además de la generación de una industria que contemple sus particularidades[35]. Lo anterior es especialmente relevante si se piensa cómo la aplicación de principios circulares puede favorecer el desarrollo de una industria local dedicada a extender la vida útil al parque automotor existente, aumentando su eficiencia y recuperando sus materiales.

En el ámbito residencial, las medidas de circularidad apuntan en primer lugar a evitar o reducir el consumo de recursos fósiles en las viviendas, en particular para calefacción y agua caliente sanitaria, que representan gran parte del gasto domiciliario. Mejorar el desempeño térmico de los edificios deberá ser prioritario para reducir la demanda energética, especialmente en las viviendas que aún no cuentan con alguna medida de aislación. Si bien ellas requieren inversión, generan importantes ahorros. Se incluyen, entre otras, aislación de muros 5 cm por sobre lo mínimo exigido en el caso de vivienda nueva o 10 cm en viviendas existentes[29]. En una perspectiva de economía circular, las intervenciones de eficiencia energética deberán cumplir con criterios de diseño circular, como se verá en la sección dedicada al sector construcción.

Desde 2012, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) impulsa un instrumento de Calificación Energética de Viviendas (CEV), que permite evaluar de forma estandarizada los requerimientos energéticos de las viviendas. La CEV se materializa en una etiqueta que muestra el ahorro respecto de las exigencias mínimas. Al 31 de diciembre de 2021, se habían realizado más de 97 mil evaluaciones en todo el país y 1.148 profesionales se habían acreditado como evaluadores energéticos[36]. Hoy esta es una iniciativa voluntaria, pero la Ley de Eficiencia Energética establece que las nuevas edificaciones deberán contar con la etiqueta para obtener la recepción municipal definitiva. Además, deberá ser exhibida en toda publicidad de venta.

El recambio tecnológico acelerará la reducción de la demanda de energía. Hoy existen en el mercado tecnologías como las bombas de calor, con un efecto útil tres veces mayor que las estufas convencionales –tanto eléctricas como térmicas– y con importantes ahorros económicos para las familias. Conllevan, además, una reducción neta de la demanda de combustibles fósiles.

La ciudad ofrece un amplio potencial para expandir e incentivar la generación solar en los techos de las edificaciones públicas y privadas. Desde 2015 se han conectado más de 11 mil instalaciones fotovoltaicas en net-billing por un total de 114 MW[37] y un potencial superior a 7 GW en el escenario más optimista[38].

Por último, pero no menos importante, debería evaluarse el potencial de recuperación energética desde calor industrial, residuos o aguas residuales. Podrían ser entradas o insumos para otros sectores, cumpliendo un efectivo cierre de ciclo de los flujos de energía que actualmente se pierden. Un ejemplo emblemático es la recuperación de biogas para uso residencial desde la planta de tratamiento de agua de La Farfana, que produce unos 24 millones de m^3 de biogas anuales para unos 30 mil clientes[39]. Otro, a menor escala, está en la comuna de la Pintana, que abastece el 25% de combustible para recolección de residuos mediante biodiesel fabricado a partir de aceites de cocina usados[40].

Enel y el impulso a la Electromovilidad

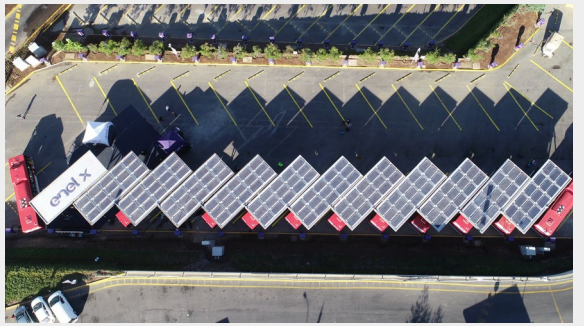
Enel X lidera la transición energética del transporte público en Chile, con el impulso de la electromovilidad. En 2022, en la Región Metropolitana habrá más de 1.400 buses 100% eléctricos en circulación y más de 12 electro-terminales de carga provistos por Enel X Way. Esta medida ha demostrado ser el camino correcto para que las personas disfruten de ciudades con menor huella de carbono y baja contaminación acústica y atmosférica. Este proyecto incluye más de 40 paraderos inteligentes que acompañan y hacen segura la experiencia de viaje en el uso de este transporte público eléctrico eficiente.

Como plan de mejora a la infraestructura, Enel X Way, nueva filial del Grupo, está avanzando en el proyecto ElectroRuta Enel 2019-2025, cuyo objetivo es alcanzar los 1.200 puntos de carga (tanto en espacios públicos como privados) para establecer una red de cargadores que sustente el desarrollo de la electromovilidad en Chile.

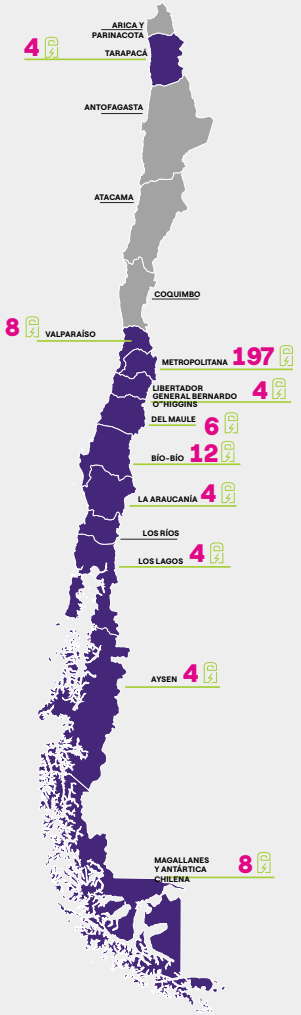
Primera electro-estación en Latinoamérica:

La construcción de electro-estación con múltiples usos también es parte de la propuesta de optimización de uso de estructuras para un ecosistema urbano más circular. Con esta se busca poner a disposición de la ciudadanía toda la infraestructura inteligente de carga, eficiencia y comodidades que faciliten esta transición.

- Plan de infraestructura 2019-2025
- 1.200 puntos de carga a lo largo de todo Chile
- Total: 251 Puntos implementados a la fecha



Electroruta: puntos carga implementados



Sector construcción

A nivel mundial, el sector de la construcción es un importante motor de desarrollo y crecimiento económico. Progresivamente se hacen exigibles mejores soluciones de diseño, eficiencia y calidad de edificación e infraestructura, considerando que las personas trascurren el 87% de su tiempo dentro de los edificios[41] y comparten allí los momentos más importantes de su vida.

En Chile, la Cámara Chilena de la Construcción estima que la industria de la construcción aporta en promedio un 7,1% del PIB nacional y genera el 8,5% de los empleos[42]. Históricamente este sector ha operado bajo un modelo lineal, que consume grandes cantidades de recursos y energía de bajo costo y fácil acceso[43]. Se generan, así, enormes ineficiencias para el aprovechamiento y uso de los materiales a lo largo de la cadena de valor[44]. Una de las principales consecuencias es la generación de residuos y la pérdida de valor de materiales y externalidades en cada etapa[42].

Se estima que el sector construcción es responsable de más de un tercio del consumo de recursos mundiales y la producción de los materiales de construcción consume cerca del 10% de la energía global. Para 2019, la International Energy Agency (IEA) estimó que la construcción y operación de los edificios fue responsable del 38% de las emisiones globales relacionadas con el uso de la energía[45].

Este sector ha experimentado un incremento constante de las emisiones debido a que el aumento de la superficie construida -65% entre 2000 y 2020, no ha sido acompañado de medidas eficaces en términos de eficiencia energética, ya que el uso promedio de energía por m^2 construido bajó solo un 25%[46].

Hormigón y Acero: dos insumos responsables de gran parte de los impactos de la construcción

Basándose en seis casos de estudio, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por su sigla en inglés) estimó las emisiones promedio de un edificio en 1.800 kg CO_2e/m^2 a lo largo de su ciclo de vida. La mitad se debe a la operación del edificio, principalmente por el uso de la energía, la otra mitad al carbono incorporado, cuyo mayor aporte deriva de los materiales y los procesos de construcción. El acero y el hormigón, compuesto principalmente de cemento y áridos, son los materiales que más contribuyen a estas emisiones[47].

La demanda mundial de cemento y acero para la construcción alcanzó en 2015 las 1,98 y 0,52 Gt respectivamente. América Latina contribuyó con 35,5 y 10,6 Mt respectivamente[46]. Solo el cemento será responsable del 12% de las emisiones globales al año 2060[48]. Además, para la fabricación de hormigón se extraen cada año 30.000 millones de toneladas de arena, principalmente de riberas y playas, lo que contribuye a exacerbar las vulnerabilidades de las regiones costeras[49]. Su demanda, además, puede fácilmente generar problemas de extracción ilegal. En Chile, un Comité de Áridos –formado al alero del Instituto de la Construcción en 2010– estimó que existen unos 7 millones de metros cúbicos de desfase entre la demanda de áridos y la capacidad productiva formal que podrían derivar de la extracción ilegal[50]. Ello evidencia la urgencia de encontrar fuentes alternativas de abastecimiento de áridos, para lo cual los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) podrían ofrecer una solución, como se verá más adelante.

Los RCD, que contribuyen a cerca del 30% de los residuos en los países desarrollados[51], son una gran

variedad de materiales, incluyendo hormigón, ladrillos, yeso, cerámicos, vidrios y metales. Algunos pueden ser reciclados, pero hoy solo los metales tienen buenas tasas de recuperación debido a su valor económico.

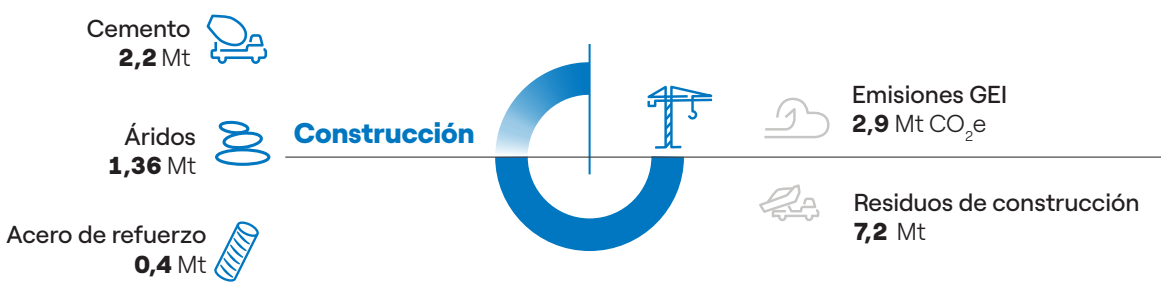
Estimación de los impactos en Chile

Ante la baja disponibilidad de información pública sobre flujo de materiales de construcción en Chile, una de las alternativas para estimar los impactos es analizar la tendencia en cuanto a permisos de edificación y calcular flujos de materiales, residuos y emisiones en función de los metros cuadrados construidos. Según la información pública, en 2019 se autorizaron 14 millones de m^2 para usos habitacionales y casi 6 millones de m^2 para usos no habitacionales. Con esa información se analizó el consumo de materiales.

Consumo de materiales en el sector

Analizando las características constructivas y la materialidad, declaradas en los permisos de edificación, un 57% de las construcciones son fabricadas con muros en hormigón armado. Una tendencia creciente, en los últimos 10 años, que evidencia la relevancia de este material en Chile.

En 2019, la Cámara Chilena de la Construcción reportó 4.081.896 toneladas de cemento de producción nacional. A esto se sumaron 2.215.171 toneladas de cemento importado. Los despachos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE y WBCSD. Para mayor información consultar Notas Metodológicas

de barras de acero de producción nacional sumaron 551.085 toneladas, a las cuales se agregaron 151.483 toneladas de barras importadas[52].

Con los datos del ya mencionado estudio de WBCSD, se puede estimar para obras nuevas que, por cada metro cuadrado de edificio construido, se requerirían unos 0,67 m^3 de hormigón. A su vez, esto equivale a unos 201 kg de cemento, 1228 kg de áridos, y 34 kg de barras acero de refuerzo. Para ampliaciones, se requerirían unos 0,17 m^3 de hormigón, que equivalen a unos 53 kg de cemento, 323 kg de áridos, y 21 kg de barras acero de refuerzo. Así, tomando como base los permisos autorizados en el año 2019 para construcciones en hormigón, se requerirían anualmente 2,2 millones de toneladas de cemento, 13,6 millones de toneladas de áridos y 382 mil toneladas de acero de refuerzo. Lo anterior resulta claramente subestimado respecto a las cifras de producción e importación, ya que representa solo una fracción de las edificaciones y no incluye obras de infraestructura, entre otras.

Emisiones del sector construcción

Respecto de las emisiones de GEI asociadas al sector, la Cámara Chilena de la Construcción advierte que el país no cuenta con cifras oficiales que cuantifiquen este flujo de salida. Sin embargo, realizó una estimación tomando como base el Tercer Informe Bienal de actualización de Chile sobre Cambio Climático (2018)[56] y algunos supuestos que relacionan el sector de la construcción con la producción de insumos (cemento, hierro, acero, vidrio y alquitrán); el transporte de carga y uso de maquinaria especializada; y el uso de la energía en el sector comercial, público y residencial. Con esos datos, la Cámara concluye que este sector podría contribuir potencialmente en un 22,8% de las emisiones totales de GEI del país[54].

Utilizando los datos de permisos de construcción de edificios en hormigón y los factores de emisiones de ciclo de vida propuestos por Ecobase[58], se ha estimado la contribución a las emisiones de GEI debidas al proceso productivo de producción del hormigón y acero de refuerzo y se concluye que estos son los principales responsables de las emisiones del sector. A nivel nacional, el hormigón anualmente contribuye con 2,2 Mt CO_2e y el acero de refuerzo con 0,7 Mt CO_2e, por un total de 2,9 Mt CO_2e. Esto constituye una primera aproximación para determinar la contribución al cambio climático de la demanda de materiales de construcción.

Residuos generados por el sector construcción

Los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) provienen de la construcción de nuevos proyectos; la rehabilitación, reparación y reacondicionamiento de las obras existentes; procesos de preparación de terrenos; demolición de obras que han perdido su valor y/o demoliciones por situaciones de catástrofe[56].

La única fuente oficial para la declaración de residuos sólidos no peligrosos es el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)[57] que administra el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Según su último informe (2020), el sector de la construcción en 2019 generó 735.243 toneladas de RCD. Sin embargo, en el último Informe del Estado del Medio Ambiente[58], el MMA estimó a nivel nacional una producción de más de 7 millones de toneladas de RCD al año para el subsector Edificación, una de las fuentes de generación de RCD sobre las que el país aún no cuenta con cálculos certeros. Asimismo, el MMA cifró una generación del orden de 20 millones de toneladas derivadas de la afectación a las viviendas por eventos catastróficos, como el terremoto de 2010 en la zona centro-sur.

¿Cómo aplicar los principios de circularidad al sector construcción?

Según la Fundación Ellen MacArthur, aplicar modelos de economía circular al entorno construido implicaría reducciones del 38% en las emisiones al año 2050[12].

Siguiendo los principios de la economía circular, para el entorno construido las estrategias apuntan a reducir la utilización de materiales y mantenerlos en ciclos cerrados de extensión de vida útil, con reutilización y reciclaje, entre otras medidas. La innovación tecnológica deberá proveer de elementos habilitantes para elegir materiales de menor impacto, aplicar técnicas para reducir los residuos de fabricación y además permitir el cierre eficiente de los ciclos de vida, facilitando el desarmado y la reutilización de componentes.

Es fundamental regular la adopción de materiales secundarios y/o bajos en carbono, el diseño de estructuras modulares prefabricadas, el desarrollo de procedimientos para certificar la reutilización de materiales y componentes, entre otros[45]. Varias de estas materias ya se encuentran en estudio o planteadas como metas en la política pública[59]. Y existen iniciativas –como las que se encuentran desarrollando los ministerios del Medio Ambiente, Vivienda y Urbanismo y Obras Públicas– para incluir criterios de sostenibilidad y economía circular en la cadena de suministro y desarrollar mejores estándares de construcción. A corto plazo, se deberán superar las barreras técnico-normativas y regulatorias junto con fomentar y acelerar la adopción de modelos de negocio circulares.

Para guiar la aplicación de economía circular en este ámbito, la Fundación Ellen MacArthur definió 10 grupos de medidas establecidas bajo cuatro principios: evitar nuevas edificaciones; construir para mantener el valor en el largo plazo; aumentar la eficiencia en el uso de materiales y utilizar materiales sostenibles[60]. Esta propuesta ha sido evaluada y ampliada por Enel en conjunto con el MMA, agregando además un quinto principio sobre trazabilidad y conectividad en la cadena del valor.

Dadas las brechas en la demanda de materiales de construcción, la generación de RCD y su escasa trazabilidad, Chile tiene un elevado potencial para conjugar algunos de los cinco principios expuestos mediante intervenciones concretas que generen beneficios desde el diseño.Reducir el uso de materias primas vírgenes permitiría abastecer parte de la demanda de material, en particular de los áridos que, como se ha visto, presentan una brecha muy importante entre demanda y oferta formal. Hacia esta dirección se dirigen los Estándares de Construcción Sustentable del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que codifican ciertos atributos de los materiales utilizados en obra, priorizando los locales, bajos en carbono, reciclados y con un diseño bajo en residuos[61].

Incorporar, en la fase de diseño, criterios de eficiencia, durabilidad, adaptabilidad y facilidad de desarmado permitirán reducir la demanda anual de nuevos materiales y extender la vida útil de los edificios. Disponer además de materiales aptos para una segunda vida o para el reciclaje al final de su vida útil. Para lograrlo, se requiere avanzar hacia una colaboración temprana en la cadena de proveedores, a partir de la formulación de las especificaciones técnicas esenciales para agregar criterios circulares.

La incorporación de eficiencias en el uso de materiales y la adopción de construcción industrializada contribuirán a reducir la cantidad de residuos generados por el sector, los cuales deberán ser correctamente separados y clasificados para asegurar su reutilización, cuando sea posible. En este sentido, la Certificación Edificio Sustentable (CES) establece que la empresa que realiza el manejo de residuos o escombros de una obra deberá certificar la recuperación de materiales para reciclaje o reutilización. El material reciclado deberá representar al menos un 50%, en volumen, del total de residuos y/o escombros retirados[62].

Además, se requiere avanzar hacia una mejor trazabilidad de los flujos de materiales, residuos y emisiones del ciclo de vida de los edificios mediante, por ejemplo, la adopción de pasaportes de materiales en conjunto con tecnologías BIM. Finalmente, la colaboración entre los distintos actores de la cadena de valor será clave para establecer modelos de negocios circulares en la construcción y en sinergia con otros sectores industriales.

Medidas para la economía circular en el sector construcción

Evitar nuevas edificaciones y consumo de suelo urbano	Diseñar y construir para un valor de largo plazo	Construir eficientemente	Construir con materiales circulares	Trazabilidad y conectividad en la cadena de valor
Evaluar aprobaciones de nuevas construcciones	Diseñar para la longevidad y uso intensivo	Rechazar componentes innecesarios	Reducir el uso de materiales vírgenes.	Uso de pasaporte de materiales en todo el ciclo de vida de componentes y edificaciones.
Recuperar construcciones en desuso y aprovecharlas mediante nuevas formas de habitar.	Diseñar para la flexibilidad y adaptabilidad en el tiempo	Incrementar eficiencia en el uso de materiales en obra y gestionar residuos según jerarquía de manejo de residuos y separación en origen.	Uso de materiales bajos en carbono, con contenidos valorizados y locales	Uso de plataformas de simbiosis industrial.
Mantener y reparar las construcciones existentes	Diseñar para desmantelado, deconstrucción, y demolición selectiva	Industrializar y prefabricar el total o partes de la obra	Reemplazar el uso de materiales peligrosos o contaminantes que no hayan sido especificados adecuadamente desde el diseño	Adopción de tecnologías como la BIM
	Diseño modular de los sistemas constructivos.	Cambios en las cadenas logísticas que reduzcan demanda de bodegaje.		
	Colaboración temprana con cadena de proveedores para una especificación técnica circular.	Contratos que incentiven a los proveedores a reducir embalajes y asegurar devolución de residuos (Esquemas REP voluntarios).		

Fuente: Adaptado desde Ellen MacArthur Foundation por Enel y el Ministerio del Medio Ambiente de Chile

Centro de día del Adulto Mayor, un ejemplo de sostenibilidad en Punta Arenas

En el marco del convenio de colaboración entre el Ministerio de Energía, el Ministerio de Obras Públicas y el Instituto de la Construcción, se ha medido la huella de carbono del ciclo de vida completo de un edificio público. Esta iniciativa, pionera en Chile, es el Centro de día del Adulto Mayor de Punta Arenas, una estructura ya certificada mediante CES y reconocida como la más sostenible del país.

Los resultados muestran para el caso base una intensidad de emisiones de 1739 kg CO_2e/m^2. Cerca de un 35% se debe a los materiales y su transporte, la construcción, reparación y fin de vida. El resto proviene de las emisiones en fase de operación, por el uso de electricidad y combustibles.

En el estudio se modelaron distintos escenarios de sensibilización, como la extensión de la vida útil del edificio o la incorporación de sistemas de autogeneración de energía, calculando para cada uno el efecto en la huella de ciclo de vida.

Contar con mediciones de esta naturaleza, ampliadas a más zonas climáticas de Chile, permitirá conocer con mayor rigor las emisiones que se producen de forma directa por el uso de energía y las que se generan afuera de la ciudad por la fabricación y el transporte de los materiales de construcción (carbono incorporado).

Si desea más información, consulte aquí:

Fuente: Instituto de la Construcción (2022)

Primer poste con diseño circular

Input Circular

Nuevos ciclos de vida

En el marco del Mes del Reciclaje, Enel Distribución realizó la implementación del primer proyecto de fabricación de postes de hormigón con áridos reciclados. Durante 2022 se materializará la instalación de 500 postes -en distintos puntos de la zona de concesión- con la misma capacidad y durabilidad que los tradicionales.

El hormigón se convierte en áridos artificiales con una granulometría y dosificación determinadas gracias al trabajo de la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Dictuc), que realizó pruebas y análisis para el desarrollo del proyecto. Dictuc determinó la calidad de los materiales y la proporción correcta que podía utilizarse como insumo en la fabricación de los postes reciclados.

Esta iniciativa innovadora se enmarca en el plan de sostenibilidad de Enel Distribución y su búsqueda permanente de elevar su desempeño ambiental, evitando la disposición final de 5 mil toneladas de hormigón anual y reduciendo el consumo de materiales vírgenes proveniente de canteras y ríos (considerando que el 77% de un poste corresponde a áridos, como grava y arena). Se contribuye así a reducir la demanda de este insumo y la generación de RCD en la ciudad, produciendo un cierre local del flujo de materiales de construcción.

Si desea más información, consulte aquí

Sector alimentos

Uno de los impactos de la concentración de población en centros urbanos es la fuerte demanda de recursos para las necesidades de las ciudades. Entre ellas, una básica: la alimentación. En la medida en que el mundo se ha urbanizado, el consumo de alimentos se ha concentrado en las ciudades. Y la tendencia continúa en esta dirección. Para el año 2050 se proyecta que el 80% de los alimentos serán consumidos en ciudades[63]. Las distancias entre los centros de producción y consumo se acrecientan, aumentando las pérdidas, que llegan al 30% de lo producido, y haciendo crecer también las emisiones por transporte y empaquetado, más el costo de los alimentos.

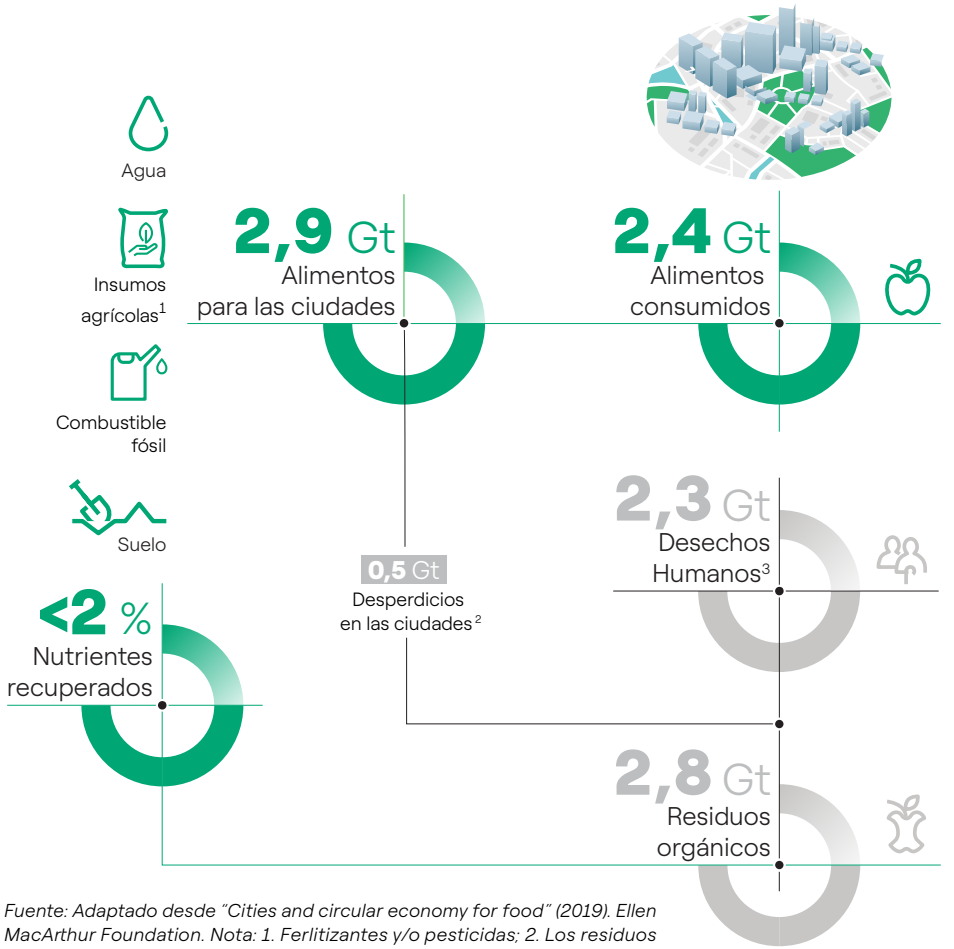
Un sector vital para las ciudades

La demanda de alimentos hoy se abastece de un sistema donde predomina un modelo lineal: los alimentos son producidos de forma aislada a las ciudades, y los consumidores desconocen el proceso. Pero el impacto del sector en la crisis climática es evidente. Y además es uno de los principales impulsores de la degradación de los suelos, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del agua, el aire y el suelo debido al uso masivo de fertilizantes sintéticos[64].

Más allá de la marca que dejan los sistemas de producción alimentaria a nivel de campo, hoy somos testigos de que las ciudades contribuyen a perpetuar este modelo lineal al restringir el flujo circular de recursos que ingresan en los sistemas urbanos. De acuerdo con la Fundación Ellen MacArthur, menos de un 2% del flujo de residuos orgánicos producido en las ciudades a nivel global hoy es efectivamente reintegrado al sistema natural o productivo.

Estas cifras ponen de manifiesto la realidad de un sistema ineficiente en el aprovechamiento de los recursos y la inconciencia sobre el desperdicio de alimentos que, de ser aprovechados, podrían ser fuente de agua, generar nutrientes y energía en una economía regenerativa.

Esquema del flujo de nutrientes orgánicos en las ciudades



Fuente: Adaptado desde "Cities and circular economy for food" (2019). Ellen MacArthur Foundation. Nota: 1. Ferlitizantes y/o pesticidas; 2. Los residuos humanos incluyen los residuos sólidos y líquidos, expresados en masa húmeda; 3. El desperdicio de alimentos en las ciudades incluye las etapas de distribución y consumo

Los desafíos de los sistemas alimentarios para Latinoamérica y Chile

Para dimensionar el desafío que implica una transición de un modelo lineal a uno circular, resulta fundamental entender la complejidad del problema. En primer lugar, hay que identificar dónde y por qué ocurren las ineficiencias a lo largo de la cadena alimentaria, para así enfocar los esfuerzos y la inversión en el desarrollo tecnológico destinado a cerrar estas brechas.

La siguiente imagen, con cifras de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), muestra cómo se distribuyen los volúmenes de pérdidas y desperdicios de alimentos en Latinoamérica, en el proceso que parte en la producción en el campo y sigue con almacenamiento, procesamiento y distribución, hasta el consumo en nuestras mesas.

Chile es un país cuyo sector agrícola es motor de desarrollo integral. Reúne una intensa actividad primaria y secundaria proveedora de alimentos, y tiene directa relación con las personas y el medio ambiente donde se desenvuelve[65]. El sector tiene un rol protagónico en la economía y hoy posiciona al país, a nivel global, como potencia agroalimentaria. Esto se refleja en su participación como aporte al PIB nacional. Contribuye con el 18% del PIB, el 25% de las exportaciones, el 20% de las ventas en el mercado interno, el 23% del empleo y el 31% de las empresas[66].

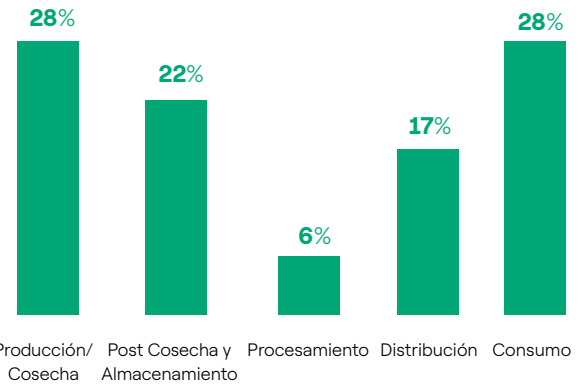
Dentro de las principales ventajas comparativas en la producción silvoagropecuaria, Chile se destaca sobre todo por la diversidad de climas, las excepcionales condiciones sanitarias naturales y los altos estándares de calidad e inocuidad.

La agricultura chilena ha centrado su desarrollo en los mercados internacionales y la fruticultura ha sido uno de los rubros protagonistas de este despegue. Más del 60% de la producción frutícola nacional se destina a exportaciones y el país lidera como el mayor exportador de frutas frescas del hemisferio sur, y el mayor exportador mundial de uva de mesa, arándanos y cerezas.

La producción de hortalizas se destina para consumo en fresco y para la agroindustria (congelados, deshidratados, conservas y jugos), tanto para el mercado interno como par el externo. En este rubro se destaca el rol de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), que contribuye con una parte importante de la producción total, particularmente en productos hortícolas para consumo doméstico. En términos de rubros agroalimentarios, la AFC controla el 54% de la producción de hortalizas. De acuerdo con el Censo de 2017, el 73,4% de los predios son de un tamaño inferior a 20 hectáreas.

El sector silvoagropecuario en la agenda de sostenibilidad se destaca porque es carbono neutral y aporta con la captura del 60% de las emisiones del país, por lo que es un actor clave en mitigación. Al ser Chile un país altamente vulnerable frente a la crisis climática, el sector silvoagropecuario

Distribución de las Pérdidas y Desperdicios de Alimentos (PDA) en Latinoamérica



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la FAO (2017). Facultad de Agronomía Universidad de Concepción (2020) REFED Food Waste Map.

se ve particularmente afectado, ya que depende directamente de la disponibilidad de recursos naturales, por ejemplo, agua y suelo. Ello plantea desafíos relevantes en adaptación.

En el contexto de un protagónico sector agroalimentario y una tendencia de la población a concentrarse en las ciudades[72], Chile tiene un doble desafío para conectar su sistema alimentario con una sociedad que transita hacia un modelo circular.

Debe enfrentar, por ejemplo, la necesidad de potenciar una cadena agroalimentaria y prácticas más sostenibles para asegurar la resiliencia de los cultivos frente al cambio climático. Y luego debe avanzar en la transición hacia ciudades sostenibles e inteligentes mediante estrategias locales de fomento del consumo responsable, la optimización de cadenas de distribución y el aprovechamiento eficiente de sus alimentos y reducción de los desperdicios[67].

¿Cómo aplicar los principios de circularidad al sector alimentos?

Las ciudades conjugan muchos ingredientes que las hacen un entorno óptimo para el surgimiento de soluciones e innovaciones que aceleren la transición a la circularidad. Como primer factor, concentran la generación de desperdicios y subproductos con alto potencial de valorización. En el recorrido que realizan los alimentos del campo a la mesa, un 45% de los desperdicios se genera en los eslabones de distribución y consumo que, dada la concentración demográfica, ocurre principalmente en centros urbanos.

Como segundo factor, el poder de compra y las tendencias de hábitos de los consumidores ejercen una fuerte influencia en el rediseño de una oferta de alimentos más sostenibles, con soluciones locales.

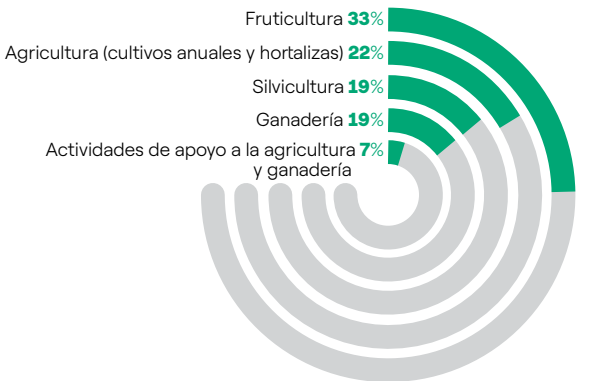
El tercero se refiere a la explosión tecnológica y adopción de innovaciones en la cadena logística, que permiten reducir ineficiencias con un fuerte impacto en la prevención de los desperdicios. Ejemplo de esto son las soluciones inteligentes para el monitoreo de la cadena de frío durante el transporte y almacenamiento, o la utilización de envases y tecnologías que permiten extender la vida útil de los alimentos.

Un cuarto factor relevante se relaciona con la proximidad de actores, lo cual genera terreno fértil para lograr ciertas sinergias positivas: la cercanía entre los ciudadanos, distribuidores y proveedores de servicios propicia la generación de redes para aprovechar los flujos de residuos como insumos para una bioeconomía y surgimiento de nuevos modelos de negocio circulares.

Una ciudad bajo un modelo de economía circular contribuye a un sistema alimentario que minimice la dependencia en la extracción de recursos finitos mejorando la resiliencia frente a la vulnerabilidad en la cadena de abastecimiento.

Bajo esta visión, las ciudades no solo nos proveen de enormes beneficios al revertir aquellas externalidades negativas para la economía y medio ambiente; además permiten potenciar el rol del sistema alimentario en un desarrollo sostenible. Para conceptualizar esta definición, se plantea que una ciudad circular se destaca por tres pilares fundamentales (página siguiente):

Contribución relativa de los rubros al PIB Silvoagropecuario



Fuente: Elaborado por ODEPA (2019) a partir de datos del Banco Central (2017).Nota: No se incluye el PIB manufacturero (vinos, frutas y carnes procesadas)

Principios de una ciudad circular virtuosa

Potenciar una producción local y alimentos de sistemas de cultivo regenerativos:

Las ciudades deben propiciar la producción urbana y periurbana para fortalecer la conexión entre la producción y las ciudades y acortar el trayecto del campo a la mesa. Adoptar modelos de producción local fortalece una cadena de abastecimiento más resiliente.

Diseñar y comercializar alimentos más sanos fomentando hábitos de alimentación saludables.

Ciudadanos desarrollan hábitos de consumo saludable y responsable, las ciudades deben celebrar iniciativas de sensibilización y campañas para instalar nuevos hábitos y capacidades locales. Frente a esta tendencia de consumo, la industria alimenticia aumenta disponibilidad de alimentos saludables y accesibles para la población.

Aprovechar al máximo los alimentos (y sus desperdicios) para desarrollar una Bioeconomía circular

Las ciudades deben habilitar soluciones e infraestructura para aprovechar el encadenamiento de los subproductos, pérdidas y desperdicios de alimentos para mantener su valor en el tiempo perpetuándose en el ciclo productivo generando un mercado secundario sustentable..

Fuente: Adaptado desde "Cities and circular economy for food" (2019). Ellen MacArthur Foundation.

En Antofagasta los alimentos no son residuos

La FAO indica que más de un 30% de los alimentos producidos para consumo humano termina en la basura. En la región de Antofagasta, eminentemente minera, se produce menos del 5% de los alimentos requeridos por la población. La mayor parte proviene de la zona norte y centro-sur del país, lo que implica que los alimentos son transportados por cientos e incluso miles de kilómetros. Sumado a los mínimos volúmenes de producción local, ello provoca que el costo de los alimentos sea considerablemente mayor en esta región que en el resto del país, lo que atenta contra la seguridad alimentaria de la población, especialmente de los más vulnerables. Es imperativo hacer un uso eficiente de ellos.

En la segunda mitad del año 2020, un grupo de académicas y profesionales de variadas disciplinas de la Universidad de Antofagasta propusimos a Corfo ejecutar de un proyecto, Valora Alimentos, que permitiera avanzar en materias de reducción de desperdicios alimentarios en centros de comercialización de la región. A esta propuesta se sumó la Agencia Chilena para la Inocuidad Alimentaria (Achipia), las Seremi de Agricultura y de Medio Ambiente de la región, y los dos principales recintos de comercialización y distribución de alimentos: la Vega Central de Antofagasta y el Terminal Agropecuario de Calama.

Fue necesario salir de los laboratorios y reuniones académicas habituales, para conocer realidades locales, integrar el trabajo de equipos multidisciplinarios y articular acciones con organismos públicos y privados. Ha sido muy motivante ver la respuesta de diferentes personas y organizaciones, desde locatarios, organizaciones sociales, sector gastronómico, estudiantes y autoridades universitarias, empresas regionales, entre otros, tanto a nivel local como nacional, que se han sumado al trabajo, aportando cada uno desde sus posibilidades personales e institucionales. Los resultados de Valora Alimentos incluyen un modelo de gestión específico para los recintos asociados, que permitirá recuperar alimentos aptos para el consumo. Se incluye además un recetario elaborado con alimentos recuperados, orientado a toda la población, y dos bancos de oportunidades, destinados a emprendedores. Allí se proponen líneas de negocios basadas en economía circular, para generar productos de uso alimentario y no alimentario, factibles de implementar en la región, revalorizando los alimentos descartados por los consumidores. El proyecto se encuentra en etapa de divulgación de los resultados, buscando contribuir a la reducción de los desperdicios en la región y a nivel nacional.

Promover la recuperación de alimentos tiene impactos positivos no solo desde lo económico, sino también en lo social, ambiental y en lo sanitario, incluyendo la recuperación de nutrientes de alto valor biológico. Me he enfocado, junto al equipo, en aportar a la sociedad con un granito de arena. Soñamos con un futuro cercano en que estas iniciativas se implementen y modifiquen la forma en que se están haciendo las cosas.

Cada uno de nosotros, en su entorno profesional y personal, puede realizar pequeñas acciones para aportar en la reducción de los desperdicios alimentarios, la seguridad alimentaria y contribuir hacia una mejor calidad de vida en la sociedad. ¡Les invitamos a sumarse!

María José Larrazábal Fuentes,
Directora del proyecto Valora Alimentos

3.

Ciudades circulares

Radiografías urbanas e intervenciones

Las ciudades de Chile

Chile es uno de los países más largos del mundo y uno de los más angostos. Con 4.270 km. de longitud y un ancho promedio de 200 km, posee grandes contrastes dada su amplia variabilidad geográfica, geomorfológica, climática y de biodiversidad. Ello ha dado forma a la diversidad cultural e identidad de los habitantes de cada territorio.

El país ha presentado un aumento sostenido de la población principalmente en las ciudades, capitales regionales y en comunas periféricas de las áreas metropolitanas, donde se destacan Gran Santiago, Gran Valparaíso y Gran Concepción[73].

Chile no cuenta con megalópolis, ciudades con más de 10 millones de habitantes. Las características del desarrollo urbano permiten clasificar así las ciudades del país:

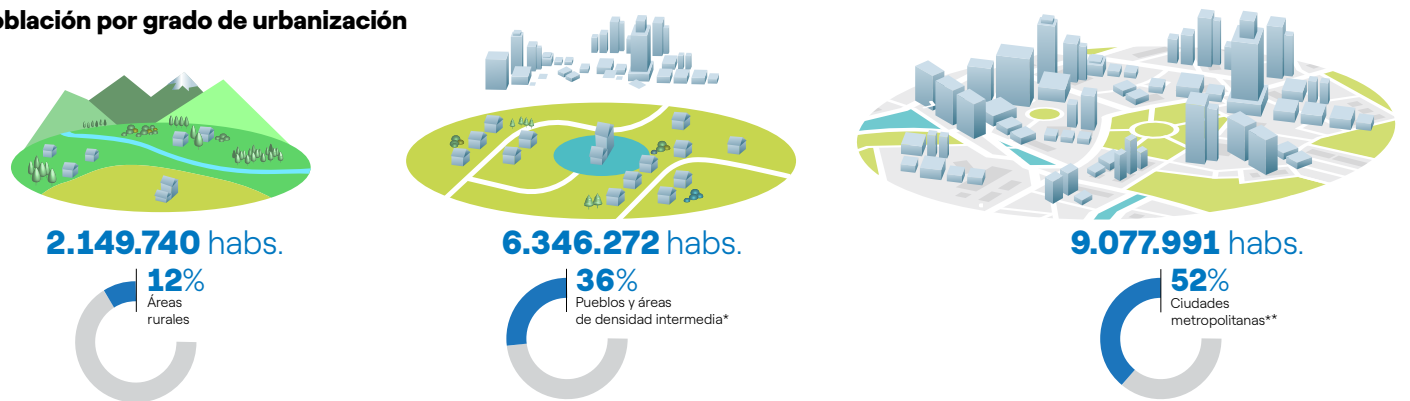
- Ciudades pequeñas: áreas urbanas de entre 5.000 y 20.000 habitantes.
- Ciudades intermedias menores: áreas urbanas de entre 20.000 y 100.000 habitantes.
- Ciudades intermedias mayores: áreas urbanas de entre 100.000 y 300.000 habitantes.
- Ciudades metropolitanas: áreas urbanas sobre los 300.000 habitantes.

A la fecha, la población de la capital nacional, la más grande en Chile, es de 6.103.852 de habitantes en área urbana. De la población urbana total del país, un 58,9% (9.077.991 de personas) reside en ciudades metropolitanas, mientras que el 41,1% se encuentra distribuido entre las pequeñas, menores e intermedias.

Las ciudades de Chile son muy diversas en estructura, poseen características político-administrativas[69] y económicas que dan cuenta de un país fuertemente centralizado y que ha crecido rápidamente en torno a la extracción de materias primas. Además, existen diferentes oportunidades de desarrollo en relación con la ubicación geográfica, las condiciones climáticas y los ecosistemas naturales.

Siguiendo la tendencia mundial de urbanización, el último censo nacional, de 2017, mostró que el 87,8% de la población total se concentra en áreas urbanas y solo el 12,2% en zonas rurales[67].

Población por grado de urbanización



Fuente: Elaboración propia sobre la base del Censo 2017 (INE).
*Nota: *Áreas urbanas con menos de 300.000 habitantes, **Áreas urbanas con más de 300.000 habitantes.*

Debido a sus características geomorfológicas, Chile es afectado por siete de los nueve criterios de vulnerabilidad[70] definidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)[71]. Esto significa que es más susceptible y pierde capacidad de adaptación frente a las consecuencias del cambio climático[7]. Con más de una década de sequía y con numerosas ciudades costeras que pueden verse afectadas por el aumento del nivel del mar, es imprescindible que los planes de desarrollo consideren estos factores. Así se podrían prevenir los riesgos sociales, ambientales y económicos que provienen de un modelo lineal, insostenible para los diferentes ecosistemas naturales y los asentamientos humanos.

Debido a la fuerte centralización, algunas de las brechas identificadas para la transición hacia la circularidad se relacionan con la falta de infraestructura, recursos para el desarrollo de I+D+i y capacidades locales. Ello se agrava en las regiones más alejadas de la capital y con mayor aislamiento geográfico. Pero es allí donde, justamente por el tamaño de sus ciudades y por tener una distribución político-administrativa menos compleja, los entornos urbanos tienen un mayor potencial para avanzar más rápidamente hacia prácticas circulares. Es clave fomentar en ellas ecosistemas locales que creen valor de manera circular y sostenible.

Dado el contexto expuesto, **se han elegido tres ciudades que están entre las más pobladas del país y que representan una diversidad geográfica por su localización y pertinencia cultural:**

Antofagasta

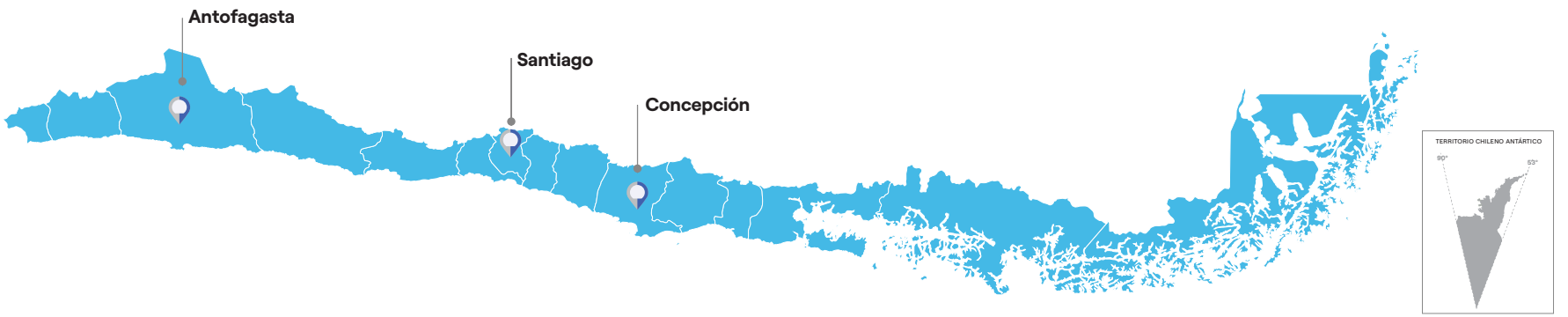
Capital regional, ciudad puerto, centro minero del norte y líder en el desarrollo de las energías renovables.

Santiago

Capital nacional, centro político-administrativo, de comercio y de servicios, que está fuertemente imbricada con las ciudades de su entorno cercano y es un polo de gravedad a nivel nacional.

Concepción

Capital regional, ciudad universitaria del sur, tiene vocación forestal, industrial y pesquera.



Antofagasta

Antofagasta es la capital regional, conocida como "La Perla del Norte". Es una ciudad, puerto y comuna que se ha desarrollado gracias a importantes actividades \portuarias e industriales ligadas a la gran minería del cobre y litio. Es el centro cívico con el mayor ingreso per cápita de Chile, y al mismo tiempo una de las ciudades más caras para vivir. Según el último Censo de 2017[67], dentro de los límites urbanos habitan 354.104 personas, con una densidad poblacional de 73 habitantes/ha.

En su historia, tanto la región como la comuna de Antofagasta han tenido una economía basada en la explotación de minerales. En sus primeros años fueron las guaneras y el salitre; en la actualidad, el cobre y el litio. Allí se concentra el 54% de la producción minera de Chile, lo que representa un 16% de la producción mundial de cobre. De acuerdo con los datos del Banco Central, esta Región aporta aproximadamente el 11,63% del PIB nacional, lo que la ubica en el segundo lugar después de la Región Metropolitana.

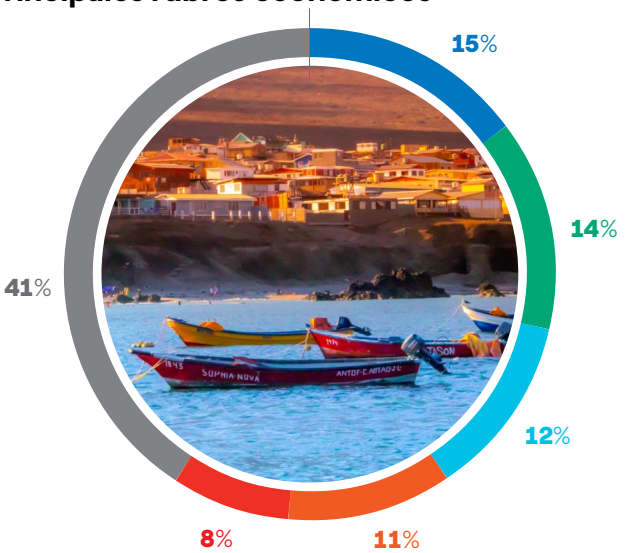
La riqueza solar del Desierto de Atacama le da a esta región un potencial económico que ya es perceptible con más de 3000 MW de capacidad instalada de energía renovable, convocando en Antofagasta la colaboración entre los sectores público, privado y académico para la inversión en investigación, desarrollo e innovación de las energías limpias con beneficios a escala nacional y local.

Desde la perspectiva urbana, la comuna destaca por tener zonas muy bien definidas, según el nivel socioeconómico de su población. Esta situación, sumada al alto nivel de desempleo, ha generado importantes niveles de segregación.

Desde la perspectiva ambiental, la ciudad enfrenta importantes desafíos. Uno de ellos es la gran cantidad de microbasurales, continuas quemas de basura que afectan la calidad del aire (sector La Chimba), una alta contaminación en zonas industriales (La Negra) y un borde costero afectado por fugas de hidrocarburos[72].

La actividad agrícola presenta grandes desafíos, por las condiciones del clima, las características del suelo y la influencia del desierto. La ciudad ha buscado diferentes mecanismos para proveerse de alimentos. Uno de los sistemas de cultivo con mayor crecimiento ha sido la hidroponía, que representa una metodología de alta eficiencia en el uso de agua, ajustada a la realidad climática y que opera cerca de los consumidores. El fortalecimiento de estos sistemas innovadores de cultivo ha sido posible gracias al abastecimiento de agua desde plantas desalinizadoras. Hoy, la comuna de Antofagasta posee la mayor concentración de cultivos hidropónicos de la región, un escenario que representa un modelo de producción local que abastece el consumo urbano con una menor huella hídrica.

Antofagasta
Principales rubros económicos



Datos urbanos y demográficos

Área urbana consolidada
4.874 ha

Población Urbana
354.104 habitantes

Densidad Poblacional
73 habitantes/ha

Hogares urbanos
105.521

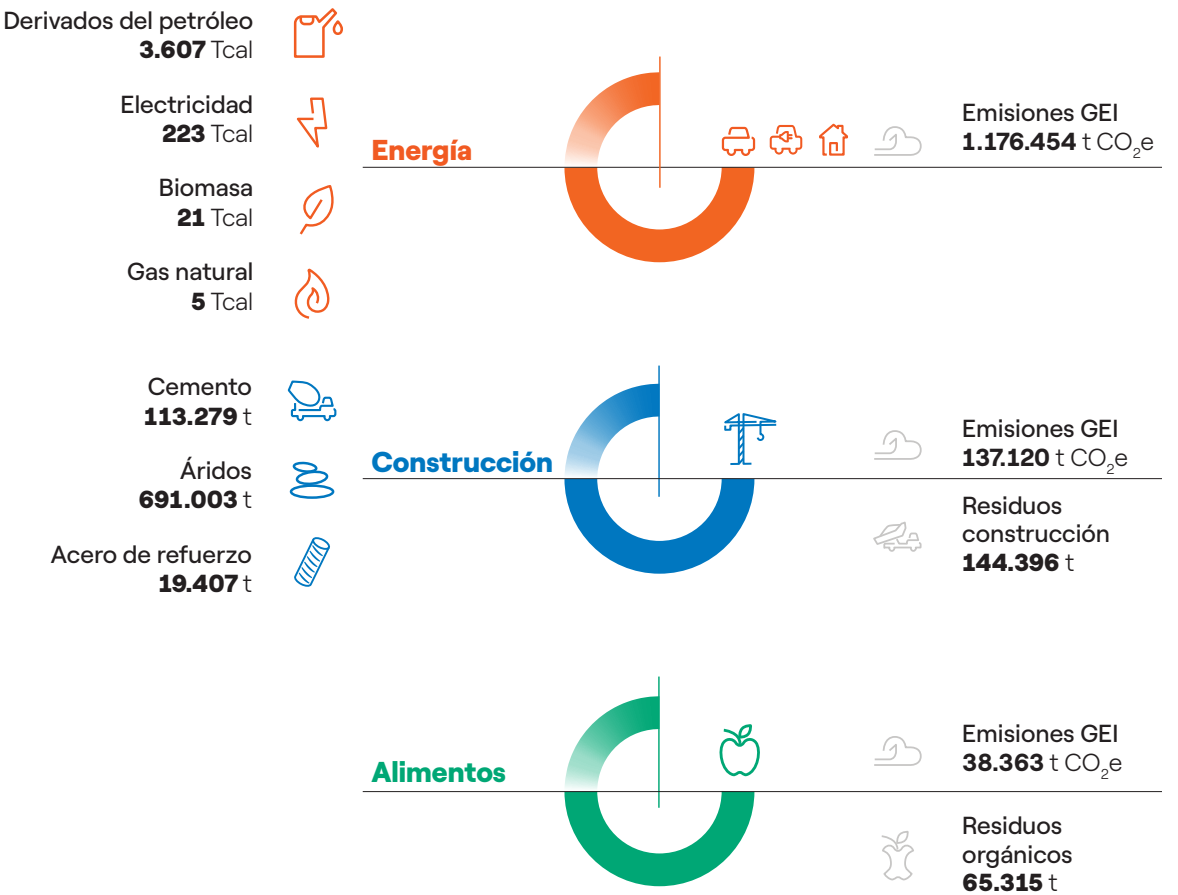
Personas por hogar
3,4

Fuente: Elaboración propia sobre la base datos SII, por número de trabajadores inscritos en las empresas por comuna[73], Censo 2017, datos abiertos del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (Cedeus)[74]

Antofagasta
Radiografía Sectorial

Flujos de energía, materiales, residuos y emisiones (alcance 1, 2 y 3)

Entre los sectores considerados en este análisis, Antofagasta contribuye con el consumo de 823 mil toneladas de materiales de construcción; 3.857 Tcal de energía; produce 220 mil toneladas de residuos de construcción y 65 mil toneladas de residuos orgánicos. Las emisiones generadas por los tres sectores alcanzan las 1,35 Mt CO_2e. El transporte terrestre es el principal emisor.



Fuente: Elaboración propia. Para mayor información consultar Notas Metodológica
Nota: 1 Tcal = 10^{12} calorías

Antofagasta
Principales indicadores urbanos

Por su ubicación geográfica, Antofagasta tiene un elevado potencial de generación fotovoltaica distribuida, lo que hoy se está aprovechando con poco más de 500 kW de capacidad instalada. Si se desarrolla este potencial, podría alcanzar el equivalente al 45% de la demanda energética de la ciudad. Se releva una tasa de motorización particular de 216 vehículos/1000 habitantes, que es inferior al promedio nacional (269 vehículos/1000 habitantes), pero se presenta acompañada de un elevado porcentaje de los viajes en medios de transporte privados (37%).

Presenta mayor penetración de la electricidad en las viviendas respecto de otras ciudades de Chile (49%) y un mejor nivel de aislación térmica (44% de las viviendas con aislación de muros). Destaca aún una baja o nula valorización de residuos de construcción y demolición y residuos orgánicos, aspectos críticos de abordar ante la creciente población.

Energía

Tasa de motorización	Viajes en transporte privado	Cargadores públicos
216 vehículos/1.000 habs.	**37** %	**220** kW

Instalaciones fotovoltaicas en net billing	Viviendas con aislación térmica (zona térmica 1)	Electrificación viviendas
531 kW	**44** %	**49** %

Construcción

Permisos de edificación (2019)	RCD valorizados declarados (2019)	Inversión pública (presupuesto 2021-2022)
627.808 m^2	**0** t	**53.511** MCLP

Alimentos

Producción de RSD per cápita	RSD valorizados (2017)	RSD enviados a compostaje y lumbricultura (2017)
1,36 kg/hab.día	**0** t	**0** t

Fuente: Elaboración propia. Para más información consultar Notas Metodológicas

Antofagasta
Intervenciones circulares

En primer lugar, las medidas de economía circular deberían apuntar a fomentar la valorización de los materiales de construcción para evitar la acumulación de RCD, generando ciclos virtuosos locales.

En el sector alimentos se han priorizado iniciativas de rescate de alimentos para la reducción de los desperdicios y la recuperación de nutrientes para la bioenergía.

En el sector energía, se debe avanzar hacia formas de movilidad más sostenibles, fomentando los cambios modales, así como la electrificación de los consumos y aprovechando el potencial local para la generación distribuida.

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Electrificación y eficiencia energética	Incentivar la adopción de tecnologías de generación distribuida y climatización por bombas de calor	E R V S
	Transporte público eléctrico	Fomentar la electrificación del transporte público, incluyendo la conversión de la flota existente	E R V S
	Cambios modales	Fomentar el trabajo remoto para reducir la necesidad de viajes, el transporte compartido y ampliar la red de ciclovías	E R V S

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Reducir insumos vírgenes	Incorporar materiales locales, circulares, bajos en carbono y adoptar, donde sea posible, los Estándares de Construcción Sustentable	E R V S
	Diseño circular	Incentivar la reconversión de espacios en desuso. Incorporar en fase de diseño criterios de eficiencia, durabilidad, adaptabilidad y facilidad de desarmado	E R V S
	Eficiencia en obra de construcción	Adoptar técnicas de construcción industrializada y valorizar localmente los RCD en la producción de áridos reciclados	E R V S

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Redistribuir	Potenciar plataformas de venta directa distribuidor-consumidor para productos cercanos a la fecha de vencimiento o productos imperfectos, generando mercados secundarios.	E R V S
	Reciclaje de nutrientes: desarrollo nuevos alimentos	Potenciar programas de rescate de desperdicios alimentarios desde ferias libres, para el desarrollo de alimentos. Potenciar ecosistema de emprendimiento y nuevos modelos de negocio circulares.	E R V S
	Reciclaje de nutrientes: digestión anaeróbica	Implementar programas municipales para la gestión y valorización de residuos orgánicos mediante sistemas de bioenergía de baja escala generando: energía y biofertilizantes para fomentar una economía local	E R V S

Principios de Economía Circular (EC)

- Eliminación de los residuos y contaminación desde el diseño
- Mantener productos y materiales en uso en el tiempo
- Regenerar de los ecosistemas naturales.

Beneficios

- E Reducción de emisiones de GEI (cambio climático)
- R Reducción de demanda de recursos vírgenes (desacoplamiento)
- V Valorización de recursos
- S Potencial impacto social y en calidad de vida

Gran Santiago

Fundada en 1541, Santiago o Gran Santiago, es la capital del país. Se ubica en la Región Metropolitana (RM) y está conformada por 34 comunas de la conurbación[80], enclavadas en la cuenca del Maipo y rodeadas por cordones montañosos. De acuerdo con el Censo de 2017[70] tiene 6.103.852 habitantes en el área urbana, lo que representa un 34,7% de la población nacional, con una densidad de 77,3 habitantes/ha.

Santiago es además el principal motor de económico del país, y uno de los más relevantes de Latinoamérica. La capital chilena, considerada como la ciudad más inteligente y sostenible de Latinoamérica según IESE Cities in Motion Index (CIMI) 2020[81], se destaca en las dimensiones economía, capital humano y tecnología y concentra a las principales instituciones políticas y administrativas y a los centros financieros y de negocios. De acuerdo con cifras del Banco Central de 2020, el PIB de la Región Metropolitana equivale al 43% del PIB Nacional, impulsado principalmente por los sectores económicos, de servicios financieros y empresariales y de comercio.

La zona periurbana de Santiago tiene una relevante producción de alimentos, que representa el 12,2% del PIB nacional. Está distribuida principalmente en la producción de frutales 45%, hortalizas 21%, cereales 13% y viñedos 10%. La producción de hortalizas de la RM representa el 25% de la producción nacional y es consumida principalmente en el mercado local.

Como la mayoría de las grandes ciudades, no está exenta de desafíos urbanos. Así lo indica su menor desempeño en las dimensiones de medio ambiente, planificación urbana, movilidad y transporte del CIMI 2022, cuyas deficiencias se manifiestan en múltiples áreas: la calidad del aire; la segregación social caracterizada por la falta de acceso a salud y educación de calidad; la baja conectividad; un excesivo parque automotriz que genera congestión; altos niveles de estrés en la ciudadanía; falta de resiliencia asociada a una deficiente planificación, entre otros. También se suman los efectos del cambio climático y los 13 años de sequía (2010-2022)[82] en la zona central, que han repercutido fuertemente en Santiago, su población y su desarrollo.

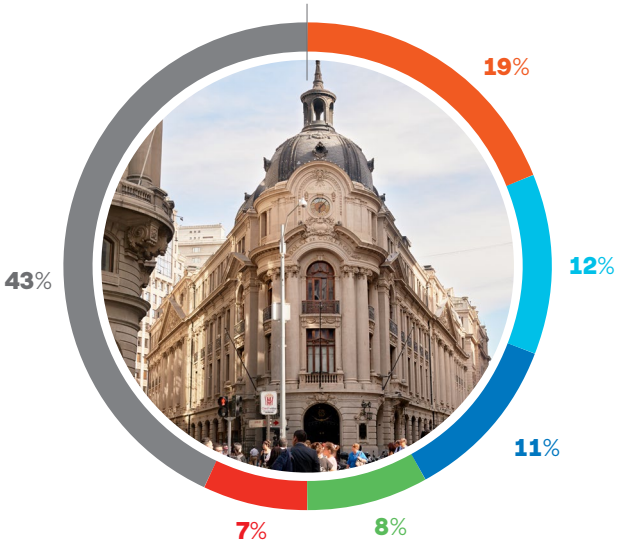
Desde el punto de vista urbano, se ha ido consolidando como una urbe extensa, dispersa y fragmentada. Debido a estas características, y a los desafíos ambientales, el Gobierno Regional recientemente electo ha impulsado la iniciativa denominada "Resiliencia Santiago", cuyos pilares son seguridad, movilidad urbana, medio ambiente, gestión del riesgo, desarrollo económico, conectividad y equidad social. Además, creó la Coordinación de Medio Ambiente, Biodiversidad y Acción Climática, junto con lo cual se formaron dos Consejos Asesores con representantes de la academia, sociedad civil, el sector público y organizaciones no gubernamentales (ONG). También organizó una Mesa técnica público-privada en materia de economía circular.

Junto a las principales ciudades de la región, en el marco de la COP26 Santiago adhirió a la Declaración de Ciudades Circulares de Latinoamérica y el Caribe que impulsó la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL junto con la Organización Internacional Italo Latinoamericana, IILA.

Santiago adhirió a la Declaración de Ciudades Circulares adoptando compromisos voluntarios que promueven y aceleran la transición a ciudades circulares.

Si desea más información consulte aquí

Santiago
Principales rubros económicos:



- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo
- Construcción
- Actividades profesionales, científicas y técnicas
- Industria manufacturera
- Otros

Datos urbanos y demográficos

Área urbana consolidada
78.914 ha

Población Urbana
6.103.852 habitantes

Densidad Poblacional
77,3 habitantes/ha

Hogares urbanos
1.941.375

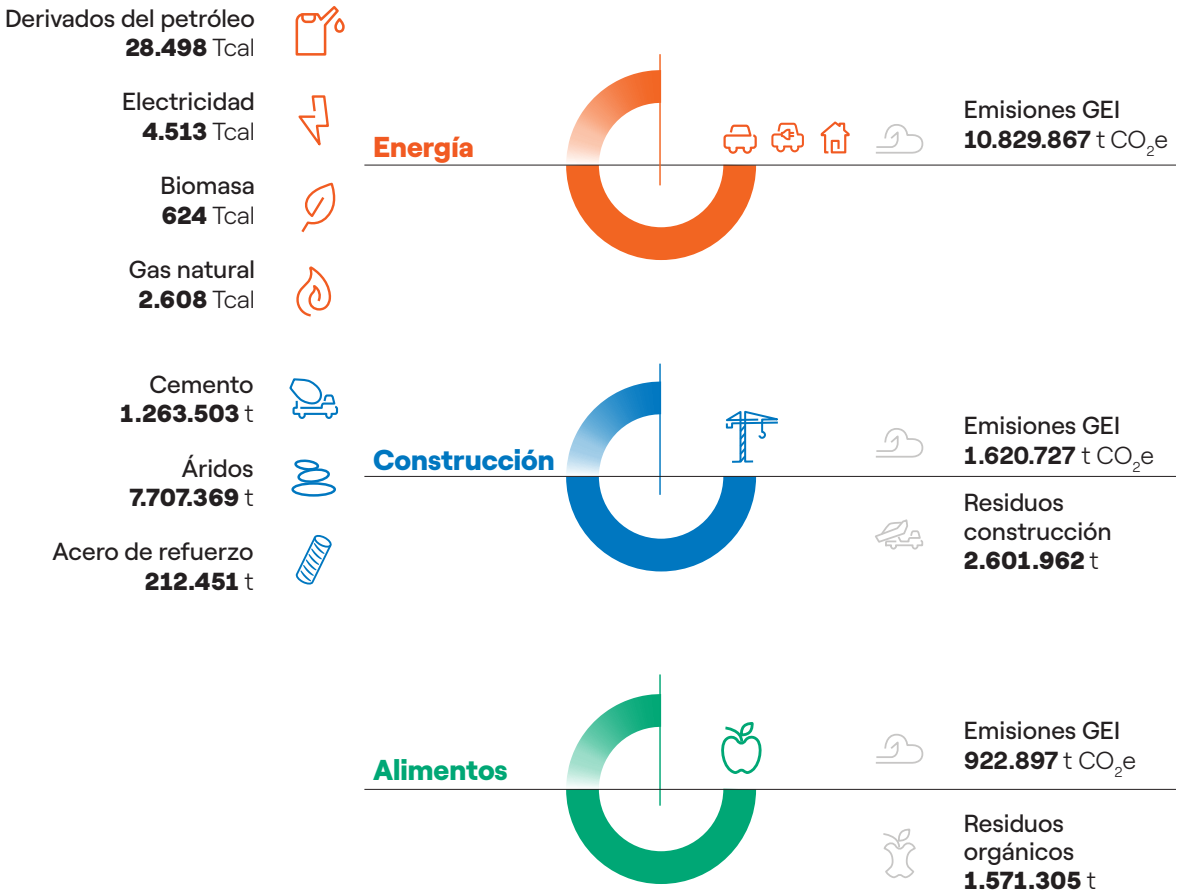
Personas por hogar
3,1

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Servicio de Impuestos Internos (SII), por número de trabajadores inscritos en las empresas por comuna[73], Censo 2017 y Centro de Desarrollo Sustentable (Cedeus)[74]

Santiago
Radiografía sectorial

Flujos de energía, materiales, residuos y emisiones (alcance 1, 2 y 3)

Entre los sectores considerados en este análisis, Santiago contribuye con el consumo de 9,2 millones de toneladas de materiales de construcción; 36.243 Tcal de energía; produce 2,6 millones de toneladas residuos de construcción y 1,6 millones toneladas de residuos orgánicos. Las emisiones generadas por los tres sectores alcanzan las 13,4 Mt CO_2e, y el transporte terrestre es el principal emisor.



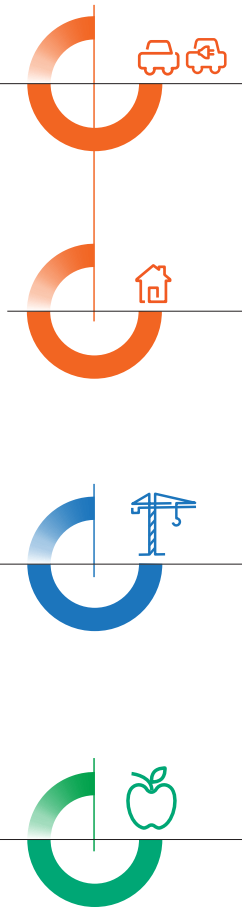
Fuente: Elaboración propia. Para más información consultar Notas Metodológicas

Santiago
Principales indicadores urbanos

Por ser el centro urbano más importante del país, Santiago tiene un elevado potencial de generación fotovoltaica distribuida mediante techos solares, lo que hoy se está aprovechando con más 18 MW de capacidad instalada.

Se releva una tasa de motorización particular de 255 vehículos/1000 habitantes, cercana al promedio nacional, con un porcentaje de viajes en transporte privado más bajo que Antofagasta (28%), pero mejorable mediante el fomento de modos de transporte más sostenibles y abriendo la oportunidad de nuevos modelos de negocio.

Presenta mayor penetración de la electricidad en las viviendas respecto del promedio nacional (37%), pero un nivel de aislación térmica deficiente (16% de las viviendas con aislación de muros). Las actividades para la valorización de residuos de construcción y demolición y de residuos orgánicos son mínimas, aunque existen iniciativas con buenos resultados en algunas comunas.



Energía

Tasa de motorización	Viajes en transporte privado	Cargadores públicos
255 vehículos/1.000 habs.	**28** %	**76.419** kW

Instalaciones fotovoltaicas en net billing	Viviendas con aislación térmica (zona térmica 1)	Electrificación viviendas
18.268 kW	**16** %	**37** %

Construcción

Permisos de edificación (2019)	RCD valorizados declarados (2019)	Inversión pública (presupuesto 2021-2022)
7.201.884 m^2	**208.119** t	**383.806** MCLP

Alimentos

Producción de RSD per cápita	RSD valorizados (2017)	RSD enviados a compostaje y lumbricultura (2017)
1,22 kg/hab.día	**76.582** t	**1.580** t

Fuente: Elaboración propia. Para más información consultar Notas Metodológicas

Santiago
Intervenciones circulares

En Santiago, las medidas de la economía circular deberían apuntar de forma prioritaria hacia modelos de movilidad más sostenibles. Podría reducir así la tasa de motorización, fomentando los cambios modales y la reducción de la necesidad de viajes mediante, por ejemplo, políticas que incentiven el trabajo remoto. En el sector alimentos, es imperativo avanzar hacia una mayor valorización de los residuos orgánicos, generando ciclos virtuosos locales de sensibilización del consumo y de agricultura urbana. Conocida la baja aislación de las viviendas, también es prioritario incentivar la mejora de las envolventes térmicas; la adopción de tecnologías de climatización eficiente, junto con adoptar estándares de construcción que incorporen criterios de economía circular.

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Electrificación y eficiencia energética	Incentivar la adopción de tecnologías de generación distribuida y climatización por bombas de calor	E R V S
	Transporte público eléctrico	Seguir fortaleciendo la progresiva electrificación del transporte público, incluyendo la conversión de la flota existente	E R V S
	Cambios modales	Fomentar el trabajo remoto para reducir la necesidad de viajes, el transporte compartido y ampliar la red de ciclovías	E R V S

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Reducir insumos vírgenes	Incorporar materiales locales, circulares, bajos en carbono y adoptar, donde sea posible, los Estándares de Construcción Sustentable	E R V S
	Diseño circular	Incentivar la reconversión de espacios en desuso. Incorporar en fase de diseño criterios de eficiencia, durabilidad, adaptabilidad y facilidad de desarmado	E R V S
	Eficiencia en obra de construcción	Adoptar técnicas de construcción industrializada y valorizar localmente los RCD en la producción de áridos reciclados	E R V S

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Agricultura urbana y seguridad alimentaria	Fomentar huertas urbanas comunitarias para el abastecimiento local de vegetales frente al aumento del costo de los alimentos. Oportunidad para fomentar hábitos de consumo circulares	E R V S
	Reciclaje y cultura ciudadana	Potenciar mayor adopción de programas municipales para la gestión de residuos orgánicos domiciliarios fomentando soluciones de gestión a nivel familiar, barrial y de ciudad	E R V S
	Prevención y sensibilización	Desarrollo de políticas públicas locales y campañas de marketing social para sensibilizar a ciudadanía y fomentar hábitos de consumo responsables	E R V S

Principios de Economía Circular (EC)

- Eliminación de los residuos y contaminación desde el diseño
- Mantener productos y materiales en uso en el tiempo
- Regenerar de los ecosistemas naturales.

Beneficios

- **E** Reducción de emisiones de GEI (cambio climático)
- **R** Reducción de demanda de recursos vírgenes (desacoplamiento)
- **V** Valorización de recursos
- **S** Potencial impacto social y en calidad de vida

Comunidades Circulares: Un plan maestro de barrio circular

"Comunidades Circulares" es un proyecto urbanístico de la Asociación Sembra, que busca incentivar a sus futuros habitantes a ser usuarios activos y responsables en las relaciones y acciones con su entorno.

Basado en un diseño y construcción circular, el master plan propone impulsar una cohesión social mediante la generación de espacios comunitarios que solventen las necesidades lúdicas, deportivas, comerciales y de encuentro.

Dentro de las viviendas, el espacio común toma mayor relevancia en superficie, ubicación y relación con patios interiores y plazas públicas, tanto en lo visual como en la circulación. Los espacios comunitarios permiten desarrollar la economía y los oficios locales.

El plan maestro contempla diferentes áreas, cuyos ciclos integran: manejo hídrico, movilidad, energía, cohesión social, economía, alimentación y ciclo habitacional.

Las viviendas están pensadas de forma sostenible a nivel de materiales, sistemas constructivos y consumo energético.

Considera un diseño bioclimático que aprovecha la orientación, ventilación natural y la instalación de sistemas fotovoltaicos on-grid, reutilización de aguas grises y múltiples tecnologías que minimizan el impacto ambiental del edificio a lo largo de su vida útil.

El proceso de diseño y construcción del espacio que habitará cada familia no puede llevarse a cabo sin ella. Una parte importante de la sostenibilidad del proyecto es la participación de la comunidad en los procesos de diseño y construcción de cada uno de los espacios.

El desafío de la Asociación Sembra es poder materializar y hacer realidad este modelo de Barrio Circular, que es socialmente sostenible y permitirá a las familias tener una mejor calidad de vida, contar con espacios internos y externos armónicos, propiciar y fortalecer la vida de barrio y permitir el acceso a altas condiciones sociales.

Más información de este proyecto en el siguiente link:

Fachada Solar Edificio Nueva Córdova

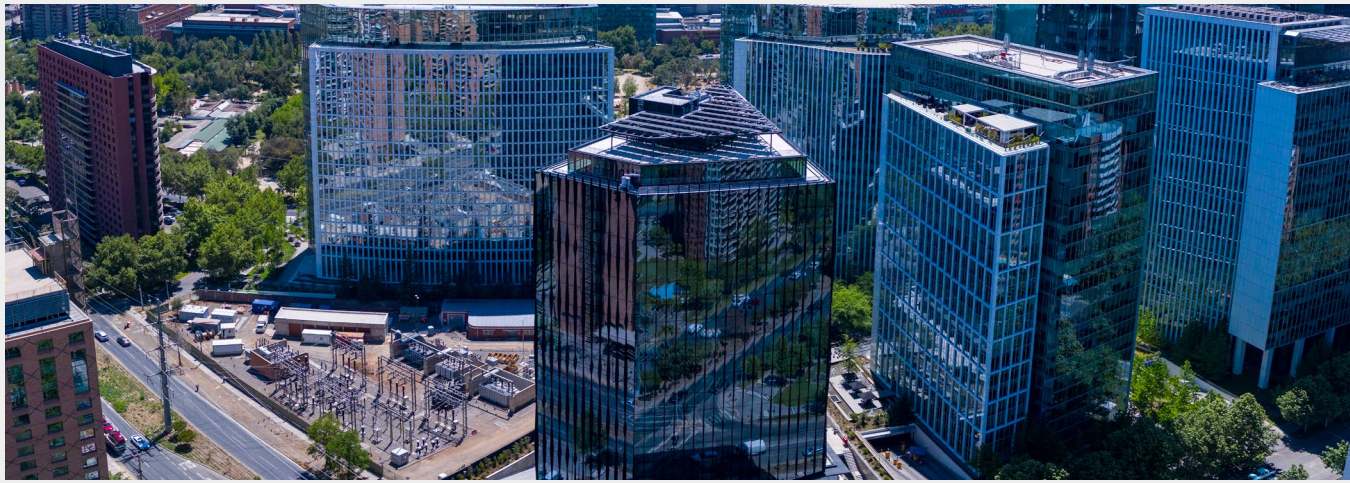
Input Circular

Plataforma Compartida

Los materiales que componen las fachadas de los grandes edificios se han comenzado a repensar para aprovechar su superficie. La instalación de placas solares es una opción que agrega beneficios económicos, sociales, energéticos y medioambientales, contribuyendo a reducir la demanda de combustibles fósiles de la ciudad.

Las fachadas solares integran células fotovoltaicas, que pasan a ser una alternativa sostenible de energía. La electricidad generada es utilizada para consumo del edificio y también puede ser directamente vertida a la red, para su comercialización a los grandes distribuidores.

El edificio Nueva Córdova tiene casi medio millar de módulos fotovoltaicos monocristalinos y es el primero en Sudamérica, de esta escala, en implementar fachadas solares fotovoltaicas para generar energía eléctrica y plataformas compartidas para la recarga de autos, bicicletas eléctricas y más.



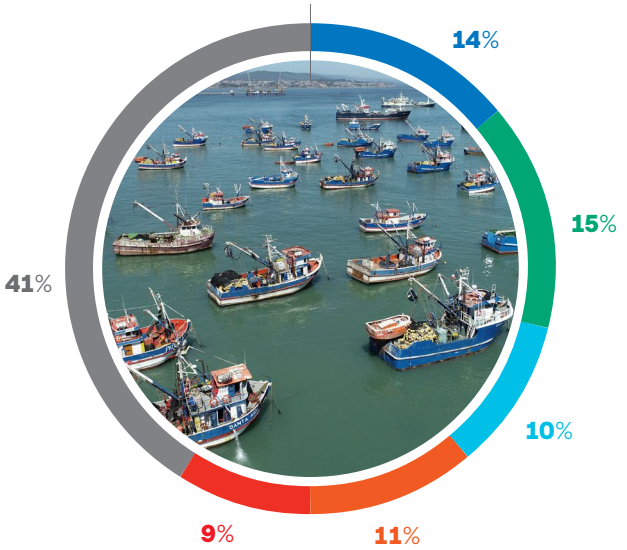
Gran Concepción

Ubicado en la Región del Biobío, a orillas del río homónimo, Concepción o Gran Concepción tiene 10 comunas[79] y es uno de los centros urbanos con mayor nivel de industrialización del país. La ciudad fue fundada por Pedro de Valdivia en 1550, y actualmente es la más poblada después de Santiago, con 951.739 habitantes y una densidad poblacional de 44 habitantes/ha.

Concepción concentra su actividad económica en el área servicios y funciona como centro financiero de la región. Históricamente se ha caracterizado por una fuerte presencia de industria manufacturera y de logística y es conocida por ser una ciudad universitaria y por la presencia de importantes centro culturales e históricos. En el contexto nacional, la Región del Biobío está en cuarto lugar en la participación del PIB, con un 7,9%.

Como toda área metropolitana, ha constatado un deterioro significativo en la calidad del aire. El uso intensivo de calefacción a leña –generalmente de leña húmeda– y la presencia de industrias en medio de la ciudad, ha incrementado los niveles de material particulado y de las consiguientes enfermedades respiratorias, sobre todo en la población infantil y de la tercera edad. En agosto de 2015 fue declarada como zona saturada, con los niveles más altos de contaminación concentrados en las comunas de Concepción, Coronel y Talcahuano.

Concepción
Principales rubros económicos:



- Construcción
- Enseñanza
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo
- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas
- Industria manufacturera
- Otros

Datos urbanos y demográficos

Área urbana consolidada
21.709 ha

Población Urbana
951.379 habitantes

Densidad Poblacional
44 habitantes/ha

Hogares hurbanos
309.297

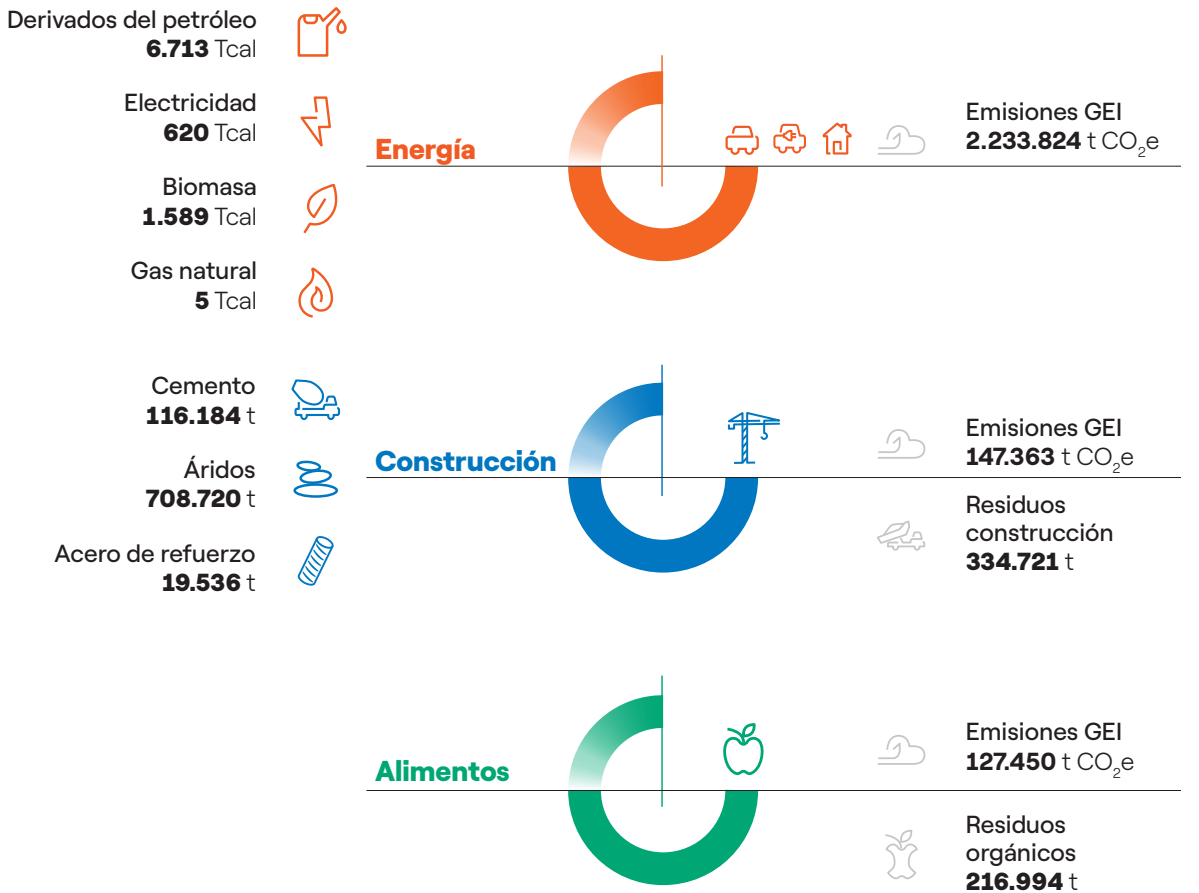
Personas por hogar
3,1

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Servicio de Impuestos Internos (SII), por número de trabajadores inscritos en las empresas por comuna[73], Censo 2017 y datos abiertos del Centro de Desarrollo Sustentable (Cedeus)[74]

Concepción
Radiografía sectorial

Flujos de energía, materiales, residuos y emisiones (alcance 1, 2 y 3)

Entre los sectores considerados en este análisis, la ciudad contribuye con el consumo de 844 mil toneladas materiales de construcción; 8.927 Tcal de energía; produce 335 mil toneladas de residuos de construcción y 217 mil toneladas de residuos orgánicos. Las emisiones generadas por los tres sectores alcanzan las 2,5 Mt CO_2e, y el transporte terrestre es el principal emisor.

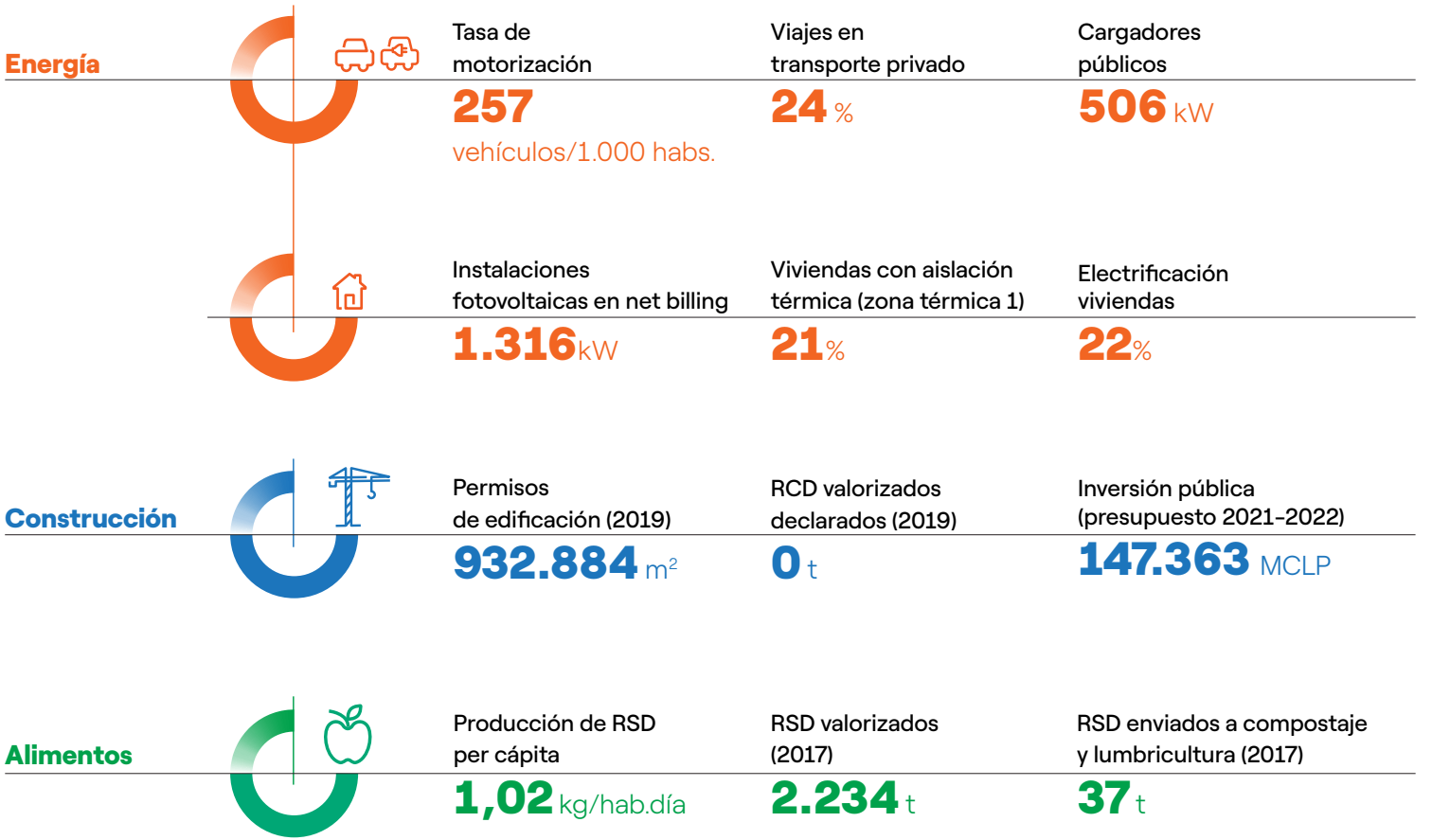


Fuente: Elaboración propia. Para más información consultar Notas Metodológicas
Nota: 1 Tcal = 10^{12} calorías

Concepción
Principales indicadores urbanos

Concepción presenta la tasa de motorización particular más alta entre las ciudades analizadas (257 vehículos/1000 habitantes), pero con una menor participación de los medios privados en los modos de transporte (24%), destacando la relevancia del transporte público y el potencial por incrementar su electrificación.

Presenta la menor penetración de la electricidad en las viviendas respecto de las otras ciudades (22%), inferior al promedio nacional de 25%, siendo la biomasa el energético más utilizado para abastecer una mayor demanda por calefacción. El nivel de aislación térmica es aún mejorable: solo el 21% de las viviendas cuenta con aislación de muros, lo que es prioritario en esta ciudad por ubicarse en una zona térmica más fría. Con una baja o nula valorización de residuos de construcción y demolición y de residuos orgánicos, Concepción se alinea al resto del país en este ámbito.



Fuente: Elaboración propia. Para mayor información consultar Notas Metodológicas

Coronel: el calor se queda en casa

"Acá en Coronel y en el sur está la cultura de la leña, todas las casas tienen la chimenea prendida todo el año y en otoño e invierno es peor. Si caminas por las calles de noche, te puede hasta llegar a molestar los ojos por el humo que hay, o puede doler la nariz y todo. Entonces nos dijimos que había que hacer algo.

Tenemos un negocio familiar con aluminio desde hace mucho tiempo, primero eran estructuras y un día nos piden una ventana. Y me fijé que quedó muy buena, con atención en los detalles: no es cortar, llegar e instalarla. Comenzamos con las de termo-panel, empezamos a averiguar cómo se hacían, conseguir los distribuidores de los productos que necesitábamos y así.

Mi nieto Benjamín, que en realidad es el hijo de mi sobrina, pero yo le digo así, siempre tuvo la inquietud por el medio ambiente, participó en ferias, proyectos, ganó concursos y todo. De él nace la idea de llevar al mercado un producto que mejore el envolvente térmico de los hogares. Y como el principal punto de fuga del calor son las ventanas, entonces nos dijimos que ahí estaba la oportunidad. La gente consumiría menos leña o podría usar otro tipo de calefacción.

Él ahora estudia medicina en Buenos Aires y cada vacación viene y es uno más en la fábrica, siempre nos da ideas, él me inspira y nos da ánimo a todos. Mi nieto es la cabeza y nosotros sus manos.

Fue Benjamín quien me ayudó a postular al fondo "Coronel Emprende" de Enel y ganamos. Gracias a eso pudimos comprar un equipo que le llamamos la "máquina de los sueños". ¡Con un movimiento queda la estructura lista! Lo que antes se tenía que hacer todo a mano y con mucho esfuerzo.

Todo cambió, incluso aumentó nuestra producción. La gente nos busca porque hacemos todo, sacamos la ventana original, nivelamos y luego instalamos la nuestra de termo-panel. Incluso recuperamos la anterior, reutilizamos mejorando lo que tienen, si es que está en buenas condiciones, aprovechamos todo y bajamos el costo al cliente.

Nuestro negocio se llama Shalum Aluminios, es un juego de palabras que nace del apodo de Gonzalo, el papá de Benjamín. Comenzamos la difusión por redes sociales y nos ha ido bien, nos recomiendan harto. Nos mudamos a otra casa porque la primera la usamos de taller, por necesidad de espacio y esto permitió que el negocio creciera. Trabajamos de lunes a lunes y nos apoyamos entre todos. Me entusiasma ver todo lo que se viene para nuestra familia.

Acá en Coronel a la gente le gustan mucho nuestras ventanas termo panel, pero el principal tema es el dinero, entonces prefieren usar una más económica. Además, que no se habla de esto, falta educación al respecto.

Por otro lado, el Estado gasta mucho dinero para tratar enfermedades relacionadas con la respiración de aire con MP 2.5 y MP 10 que viene principalmente de la combustión de leña en estufas del hogar. Por lo que junto con educar también deben ir de la mano políticas públicas para mejorar los sistemas de calefacción en el hogar. Hace poco entró un plan de recuperación ambiental[80] donde van a destinar recursos para mejorar la calidad del aire y el sistema de calefacción de las casas, además de exigencias de construcciones regularizadas para que usen este tipo de ventanas.

Ante todo, eso nosotros ya estamos listos y veo un futuro brillante, de seguir adelante, para que tome otro giro para la comuna de Coronel y también para las de afuera. Si todos tuviéramos estas ventanas atraparíamos el calor que se pierde, es un ahorro, además de mejorar la salud de la gente de acá."

María Isabel Faúndez
Propietaria de Shalum Aluminios
Ganadora de Fondo Coronel Emprende 2021

Concepción
Intervenciones circulares

Dada su ubicación y la aún baja aislación de las viviendas en Concepción, las medidas de economía circular deberían apuntar a incentivar la mejora de la envolvente térmica y la adopción de tecnologías eficientes. También se debiera explorar la posibilidad de recuperar calor industrial para la calefacción distrital y adoptar estándares de construcción con criterios de economía circular.

Como en todas las grandes ciudades, es prioritario avanzar hacia formas de movilidad más sostenibles, apuntando a reducir el parque vehicular privado y la necesidad de viajes.

En el sector alimentos, se ha detectado un potencial de articular cadenas cortas y fomentar las huertas urbanas, junto con nuevos modelos de negocios para la valorización de nutrientes.

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Electrificación y eficiencia energética	Incentivar la mejora de la envolvente térmica de edificios nuevos y existentes, e incentivar la adopción de tecnologías de climatización por bombas de calor	E R V S
	Recuperación de calor industrial	Estudiar la viabilidad de recuperar excedentes industriales para la calefacción distrital	E R V S
	Transporte público eléctrico	Fortalecer la electrificación del transporte público, incluyendo la conversión de la flota existente	E R V S
	Cambios modales	Fomentar el trabajo remoto para reducir la necesidad de viajes, el transporte compartido y seguir ampliando la red de ciclovías	E R V S

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Reducir insumos vírgenes	Incorporar materiales locales, circulares, bajos en carbono y adoptar, donde sea posible, los Estándares de Construcción Sustentable	E R V S
	Diseño circular	Incentivar la reconversión de espacios en desuso. Incorporar en fase de diseño criterios de eficiencia, durabilidad, adaptabilidad y facilidad de desarmado	E R V S
	Eficiencia en obra de construcción	Adoptar técnicas de construcción industrializada y valorizar localmente los RCD en la producción de áridos reciclados	E R V S

Principios EC	Medida	Descripción	Beneficios esperados
	Articular cadenas cortas y aprovechar mermas y subproductos agrícolas.	Potenciar plataformas de venta directa para productores en zona periurbana, con oferta de mermas o sobrestock de canales de venta retail. Conectar con demanda de consumidores, restaurantes, casinos, etc.	E R V S
	Seguridad alimentaria y cultura ciudadana	Fomentar las huertas urbanas comunitarias para abastecimiento local de vegetales frente a aumento del costo de los alimentos. Oportunidad para fomentar hábitos de consumo circulares	E R V S
	Reciclaje de nutrientes	Potenciar ecosistema de emprendimiento, nuevos modelos de negocio circular para soluciones de biorefinería (ingredientes, biomateriales)	E R V S

Principios de Economía Circular (EC)

- Eliminación de los residuos y contaminación desde el diseño
- Mantener productos y materiales en uso en el tiempo
- Regenerar de los ecosistemas naturales.

Beneficios

- E Reducción de emisiones de GEI (cambio climático)
- R Reducción de demanda de recursos vírgenes (desacoplamiento)
- V Valorización de recursos
- S Potencial impacto social y en calidad de vida

Resiliencia y calidad de vida

Las medidas propuestas buscan inspirar la transición de las ciudades del norte, centro y sur del país hacia un modelo de ciudad circular, cuya aplicación puede originar efectos positivos en términos de resiliencia socioecológica y la capacidad de los ecosistemas urbanos para absorber impactos y mantener su estado original y estable de organización autónoma[81].

Por ejemplo, implementar el uso de insumos renovables o de ciclo cerrado puede acortar las cadenas de valor y promover el suministro local, con lo que se mejora la resiliencia frente a las perturbaciones externas. Adoptar una planificación urbana que considere más áreas verdes y cultivables puede mitigar los efectos de los fenómenos climáticos extremos, como las islas de calor, proveer de alimentos frescos a las comunidades, mejorar la calidad del aire, reducir la contaminación acústica y mantener la biodiversidad de especies urbanas nativas. Por otra parte, la reconversión de edificios y espacios subutilizados o en desuso en los barrios puede acercar a las personas servicios, oportunidades laborales y zonas de esparcimiento, beneficiando la calidad de vida.

Reimaginar las ciudades y poner en práctica las medidas circulares propuestas para Antofagasta, Santiago y Concepción, se configura como un paso hacia ciudades más equitativas, diversas, prósperas, habitables, resilientes y, sobre todo, dirigidas a un ambiente seguro y saludable donde las personas se desarrollen, vivan y disfruten en comunidad.

Implementar el uso de insumos renovables o de ciclo cerrado puede acortar las cadenas de valor y promover el suministro local, con lo que se mejora la resiliencia frente a las perturbaciones externas.

Santiago en bicicleta

"Durante el año 2020 la comuna de Santiago registró un aumento del 62,5% en el uso de bicicletas. En Estados Unidos, las ventas crecieron un 75% y en Italia un 60%. En Quito, el alza fue de 700%. La pandemia ha generado un movimiento espontáneo de movilidad sostenible.

No es un misterio que el calentamiento global nos ha afectado a todos, de una u otra manera. Por esta razón muchas personas han decidido volver a la raíz y cultivar una vida más sencilla de aquella a la que nos tienen acostumbrados las grandes capitales. La movilidad sostenible es uno de los aspectos de esta transformación.

Hace más de 15 años decidí vivir mi vida de una manera más sustentable, lo que me ha servido como trampolín para conocer diferentes iniciativas y experimentar la ciudad desde otra perspectiva. También es cierto que las diferentes situaciones que hemos vivido en Chile han ayudado a que muchas personas hayan tomado el camino hacia un estilo de vida que cuide más el medioambiente y las ciudades. La pandemia fue una causa determinante de esta elección de vida, dado que nos afectó a todos por igual. Muchas personas han tenido que reinventarse y abrir las puertas a nuevas oportunidades, como la economía circular. La valorización del comercio local, la vida en el barrio y la importancia de las redes sociales como medio principal de conexión han sido unos de los efectos de la contingencia sanitaria.

En este contexto, siento que el uso de la bicicleta ha cumplido un rol fundamental, sea como medio de transporte o para entrega de ciertos servicios, en formato *delivery*.

La bicicleta nos ha ayudado como vía de escape a raíz de que, debido a la pandemia, salir fue un tema complejo y muy limitado a los horarios y permisos. Esto nos obligó a salir solo cerca de nuestros barrios.

Una de las ventajas de usar este medio de transporte es el punto de vista que nos ofrece. En bicicleta se puede observar el paisaje y conocer el entorno, experiencia maravillosa que pone en evidencia elementos de la ciudad que están muy cerca de nosotros y que con otros medios de movilidad se hacen imperceptibles: negocios locales, árboles, puntos de reciclaje, nuestros mismos vecinos y sus propias realidades e, incluso, sus emprendimientos.

Lentamente se empezaron a crear redes en las cuales la lógica es: yo te ayudo, tú me ayudas; yo te apoyo, tú me apoyas. De esta forma, se generó una especie de apropiación del territorio, lo que habíamos perdido bastante con el tema de la revolución digital. Entonces ya no era raro recibir las compras del mercado en bicicleta o de emprendedores ofreciendo sus servicios en la puerta de tu casa. ¡Pedalear es un estilo de vida que facilita las relaciones entre las personas, valora la economía local y hasta genera empleo! También genera ideas, como la recuperación de materiales para darle nuevo uso.

Recuperar significa agregar valor a un objeto en desuso. He visto que con las mismas cámaras de bicicleta se pueden hacer mochilas, aros e incluso billeteras y también volví a ver que el papel de periódico sirve para envolver las compras. Por lo tanto, no me parece para nada raro que, en el futuro, las grandes empresas e incluso las pequeñas ocupen estos conceptos de recuperación. Sería maravilloso dar un descanso al planeta.

Esta transformación que nos ha llevado a usar más la bicicleta necesita también una adaptación de las ciudades. Se necesitan más ciclovías interconectadas, especialmente para los nuevos ciclistas que tienen menos experiencia en las rutas. Junto con esto, es necesario tener una mejor educación vial para todos, ciclistas y no ciclistas, para mitigar el riesgo reiterado de accidentes.

Respecto a la bici eléctrica, no es una opción muy popular debido al alto precio que aún tienen. En lo personal, yo sigo siendo un romántico de la pedaleada y no considero tener una eléctrica. Sin embargo, se entiende que para quien trabaja diariamente en delivery podría ser una solución, si fuera económicamente accesible."

Hernán Torres
Ciudadano de Independencia
Colaborador de Indepecleta y Colectivo Muévete

4.

Políticas públicas y gobernanza

La elaboración de políticas públicas es importante para el desarrollo de cualquier país, ya que expresa el mandato o voluntad de los gobiernos para dar respuesta a problemas relevantes de la sociedad[82]. La construcción de una agenda pública que priorice los problemas percibidos por los distintos actores y la ciudadanía, se convierte en una condición necesaria para alcanzar una buena gobernabilidad y gobernanza.

Chile ha implementado diversos instrumentos y mecanismos para recabar las prioridades de los actores y la ciudadanía. Se logran identificar políticas públicas, estrategias, planes y programas, aplicables a escala nacional, sectorial, administrativa y/o operacional, además de leyes y decretos. Sus objetivos apuntan a definir lineamientos, cursos de acción, iniciativas, acciones, medidas y sistemas de financiamiento[83].

Existen múltiples políticas públicas que actúan de manera transversal y específica para los distintos sectores: Cambio climático, energía, construcción, alimentos, agua, entre otros. Lo que evidencia el compromiso del Estado para abordar la crisis climática y avanzar en materia de sostenibilidad energética, económica, ambiental y social.

En los últimos años, el concepto de economía circular se ha hecho cada vez más presente en las estrategias nacionales y sectoriales, vinculándose al desarrollo de nuevos modelos comerciales; la mejora en la productividad material; eficiencia energética; reducción de emisiones de GEI; aprovechamiento de los recursos que se consideran residuos; fomento a la producción local y la creación de fuentes de trabajo, entre otros.

Instrumentos destacables, que sientan las bases para la transición hacia este nuevo modelo de economía circular, son la Hoja de Ruta de Economía Circular para Chile al 2040 (2020); la Hoja de Ruta de RCD: Economía circular en el sector construcción (2021); la Estrategia de Economía Circular en Construcción (Iniciativa privada, 2021) y la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (2021).

La Hoja de Ruta de Economía Circular para Chile al 2040 sugiere que para lograr la meta de un país circular es necesario que los territorios aborden los desafíos locales desde un diagnóstico de sus especificidades, necesidades y potencialidades. En un desafío descentralizador, la Hoja de Ruta también propone considerar que las comunidades de los territorios tengan incidencia sobre su desarrollo y toma de decisiones.

Catastro de avances en políticas y gobernanza

Sector	Política
Cambio Climático	• Ley Marco de Cambio Climático 2022 (LMCC) • **Estrategia Climática de Largo Plazo 2021 (ECLP)** • Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional 2020 (NDC) • Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC) • Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 (ENCCRV)
Energía	• Política Energética Nacional 2050 (PEN) • **Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026 (PNEE)** • **Estrategia Nacional de Electromovilidad 2021 (ENEM)** • Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible 2021 (ENMS) • **Estrategia Nacional de Calor y Frío 2021 (ENCF)**
Construcción	• **Hoja de Ruta RCD: Economía Circular en Construcción 2035** • Estrategia Nacional de Construcción Sustentable 2013 (ENCS) • Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022 (PACCC) • Estrategia de Economía Circular del Sector Construcción 2021*
Alimentos	• **Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040 (ENRO)** • Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria 2021 (ESA) • Programa Reciclo Orgánicos (2017) • **Hoja de Ruta Pacto Chileno de los Plásticos 2020**

Este catastro fue elaborado tomando en cuenta diversas fuentes. No considera todas las políticas nacionales y en negrita se han destacado aquellas que tienen metas relacionadas con las ciudades. Hemos definido siglas de las distintas políticas de manera de facilitar su comprensión y seguimiento en este documento.

En los debates y las prácticas políticas de las últimas décadas, el término gobernanza ha adquirido gran trascendencia. Si bien su significado aún no es consensuado –por la estrecha relación con la cultura y la forma de ver el desarrollo de cada sociedad– sí se puede afirmar que una buena gobernanza está orientada a lograr el desarrollo sostenible y la implementación de la economía circular asociada al bienestar humano.

Los principios que caracterizan una buena gobernanza son la participación de todos los actores de la sociedad; transparencia en la información; integridad; legalidad; políticas sólidas; rendición de cuentas; capacidad de respuesta, y también, ausencia de corrupción y delitos en la toma de decisiones[85].

Estos principios son esenciales para generar flujos de información, instancias de diálogo, retroalimentación y deliberación que permitan, de manera conjunta, mejorar la toma de decisiones, elaborar políticas públicas y coordinar el desarrollo de estrategias en diversos ámbitos. En la economía circular estos principios son vitales y permiten plantean el desarrollo del país con miras a la sostenibilidad en el largo plazo, más allá de los intereses de un gobierno en particular.

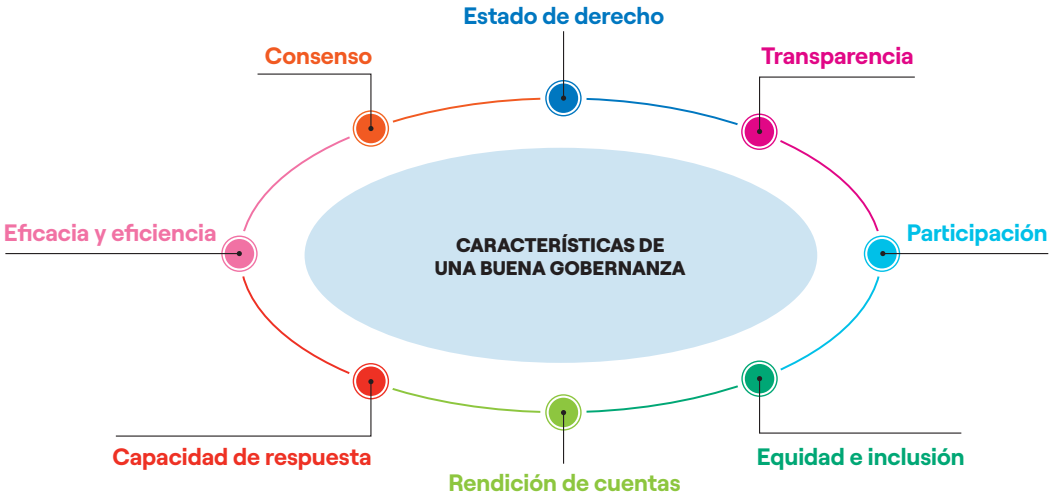
Así, para una transición efectiva hacia una gobernanza de economía circular, se debe contar con las políticas e instrumentos económicos, jurídicos y gubernamentales adecuados. Y no será exitosa sino mediante la colaboración público-privada y especialmente con la participación ciudadana en la

Metas para las Ciudades de Chile

	2025	2030	2035	2050
Energía		**100%** de las ciudades (>50.000 habitantes) tendrán Planes de Movilidad para la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos **(ECLP)**	**100%** de las nuevas incorporaciones al transporte público urbano son cero emisiones **(ENEM)** **100%** de vehículos livianos vendidos son cero emisiones **(ENEM)**	**30%** de reducción de emisiones de GEI de fuentes móviles urbanas derivada de la implementación de Planes de Movilidad **(ECLP)**
	100% de las edificaciones nuevas cuentan con calificación energética **(PNEE)**		**70%** nuevos artefactos son energéticamente eficientes **(PNEE)**	**75%** de las viviendas generan calor y frío de forma sostenible **(ENCF)** **50%** de ahorro en demanda de energía térmica (nuevas edificaciones) **(ENCF)**
Construcción		**>50%** del volumen de los RCD se reutiliza o recicla para la fabricación de nuevos productos **(ECLP)**	**>30%** de los materiales y sistemas constructivos cuentan con certificación de atributos circulares. **(HDR RCD)**	**100%** de trazabilidad de residuos de Construcción y Demolición a nivel nacional. **(ECLP)** **100%** de las nuevas construcciones certifican cero residuos en sus procesos. **(ECLP)**
Alimentos	**1** Plan de prevención y reducción de Desperdicio de Alimentos (PDA) que considere medidas de reducción de emisiones **(ECLP)** **25%** de material reciclado incluido en envases y embalajes plásticos. **(HDR Pacto Chileno de los plásticos)**	**30%** de los residuos orgánicos son valorizados **(ENRO)** **50%** de reducción en PDA **(ENRO)**		**66%** de los residuos orgánicos son valorizados **(ENRO).** Meta al 2040

definición e implementación de los asuntos públicos dirigidos a implementar las políticas públicas de manera descentralizada, democrática e inclusiva.

Otras características de una buena gobernanza están en el recién publicado estudio comparativo sobre gobernanza efectiva para la economía circular, en el Journal of Cleaner Production. Este presenta cuatro caminos para desarrollar la economía circular en diversos contextos socioculturales y políticos[86]. Estos son sus principales resultados:



Aceleradores para una gobernanza efectiva en economía circular [89]

1. Acabar con la mentalidad de silo en el gobierno	La gobernanza para una EC no debe limitarse a una política medioambiental. Más bien, debe centrarse en un mecanismo político íntegro, con una estrategia o legislación nacional que defina los roles y responsabilidades de los organismos públicos, el sector privado y otros actores involucrados a lo largo del ciclo de vida de los materiales.
2. Orientación a largo plazo del gobierno	Los procesos necesarios para gestar y avanzar hacia una economía colaborativa deben ser proyectos de gobierno, que se ejecuten con una mirada de largo plazo y transcendiendo a un determinado gobierno.
3. Inclusión de los costos externos en el precio de los productos	Para internalizar los costos medioambientales y sociales de los productos durante su ciclo de vida, se deben implementar instrumentos políticos como la responsabilidad extendida al productor, nuevos costes de producción e impuestos. Estos cambios son necesarios para fomentar nuevos modelos de negocios que estimulen la economía circular.
4. Voluntad de crear asociaciones público-privadas	Para implementar una economía colaborativa se requieren asociaciones entre empresas dentro y a través de las cadenas de producción y entre el gobierno y la industria. Es decir, la colaboración público-privada.

Reflexiones de los Gobernadores Regionales

Ricardo Díaz

Gobernador Regional de Antofagasta

"La región de Antofagasta en un territorio que se encuentra en la vanguardia de grandes temas del futuro, sin ir muy lejos, nuestra región juega un rol fundamental en el desarrollo tecnológico mundial, de acá se exporta gran parte del cobre y litio que es imprescindible para la nueva industria tecnológica, sin embargo, producirlo trae consigo un alto costo en emisiones de dióxido de carbono y residuos de diferentes tipos como los sólidos domiciliarios y los de construcción y demolición.

El desafío que significa el aprender y enseñar a gestionar nuestros residuos, es clave a la hora de comenzar a desarrollar ciudades circulares, pero por sobre todo resilientes, donde se priorice el trabajo multisectorial, donde los Gobiernos Regionales debemos articular a los diversos actores como los servicios públicos y privados, la academia y destacando la participación ciudadana, ya que, somos las personas que vivimos en la región, las que debemos decidir el tipo de ciudades en las que deseamos vivir.

En nuestra región, ya nos encontramos trabajando en diferentes iniciativas que propenden a la construcción de ciudades circulares, algunas de estas iniciativas consideran, el reciclaje de aguas servidas para el riego de áreas verdes, los planes de electromovilidad, la transición a matrices productivas como lo podría ser la producción de hidrógeno verde, entre otras.

Las ciudades circulares son un cambio de paradigma que queremos propiciar en nuestros territorios y allí los desafíos energéticos, viales y de desarrollo productivo son muy importantes. Es por eso que este Estudio es un insumo valioso que permitirá concientizar a todas y todos los actores de la importancia de trabajar en conjunto para obtener más y mejores resultados, de tal forma de, sin perder nuestra identidad y vocaciones históricas, demos un salto hacia la modernidad y una economía circular."

Claudio Orrego

Gobernador Regional de Santiago

"Sabemos que no es posible un desarrollo armónico de la región sin equidad territorial, y sobre todo, sin justicia social y ambiental. Dentro de las primeras medidas que tomé como gobernador electo fue declarar Emergencia Climática en la Región Metropolitana, creando consejos asesores con representantes del mundo público-privado, de la sociedad civil, de la academia, y de organismos internacionales. El propósito de la convocatoria fue abordar temáticas de medioambiente, cambio climático y ordenamiento territorial que nos ayuden a enfrentar las problemáticas en estas materias.

Uno de los efectos más devastadores de la crisis climática es la sequía que hemos experimentado en los últimos 13 años. Por este motivo creamos la Mesa Regional de Emergencia Hídrica que busca, entre otras cosas, la circularidad, la protección y el uso sustentable del agua. Lo mismo para el caso de los residuos: esperamos generar una revolución, cambiando el actual modelo de gestión lineal, hacia un modelo circular, apuntando los incentivos a la reutilización y reciclaje de residuos, aprovechamiento de la fracción orgánica, y asegurando la implementación equitativa de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor, REP.

En materia de cambio climático, formamos una alianza entre el Gobierno Regional y el Adrianne Arsh-Rockefeller Foundation Resilience Center para impulsar proyectos que mitiguen los efectos del cambio climático. Aquí destaco el proyecto piloto de techos verdes para la ciudad, el programa de arborización urbana y la formulación de un protocolo de acción en períodos de calor extremo cuyo propósito será, por sobre todo, salvar vidas.

En lo referido a movilidad sostenible, hemos hecho un esfuerzo tremendo para tener una política de transporte que sea capaz de abordar los desafíos de construir una red integrada de ciclovías, impulsar la electromovilidad, repavimentar veredas, y generar nuevas estrategias de movilidad en coordinación con el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones."

Rodrigo Díaz

Gobernador Regional del Biobío

En el marco del Encuentro de Economía Circular 2022 realizado el 3 de marzo, el gobernador regional de Biobío, Rodrigo Díaz Wörner, menciona "somos una región donde destaca la industria metalmecánica, maderera y pesquera, y que con el tiempo ha desarrollado una fuerte vocación en servicios, ingeniería, logística y desarrollo tecnológico", añadiendo "que en los últimos años hemos tenido un crecimiento en materia de exportaciones alimenticias".

En cuanto a los desafíos que presenta su territorio, advierte "el desafío es cómo combinar la generación de actividad económica que dé empleo a las personas que viven en nuestra región, con la necesidad de mirar más allá de nuestros límites regionales y cómo cuidamos el planeta para disminuir el riesgo que significa el cambio climático".

En este contexto indica que "en la región se han tomado algunas decisiones que buscan maximizar los espacios de colaboración entre todos los agentes que intervienen en los procesos, reafirmando el compromiso con los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. Frente a eso detalla "Estamos convencidos que la cooperación con el mundo empresarial, la academia, el mundo social, los estamentos públicos y el aprendizaje de otros países, que han recorrido un camino antes que nosotros, se pueden extraer conocimientos aplicables sobre los territorios".

El gobernador recalca que "Biobío es una región industrial, es una región donde diseño, el conocimiento y las artes también brillan. Nos interesa muchísimo poder aprender y en la economía circular vamos a encontrar una forma de combinar la producción de los bienes y servicios que debemos producir para entregar sustento a nuestra gente".

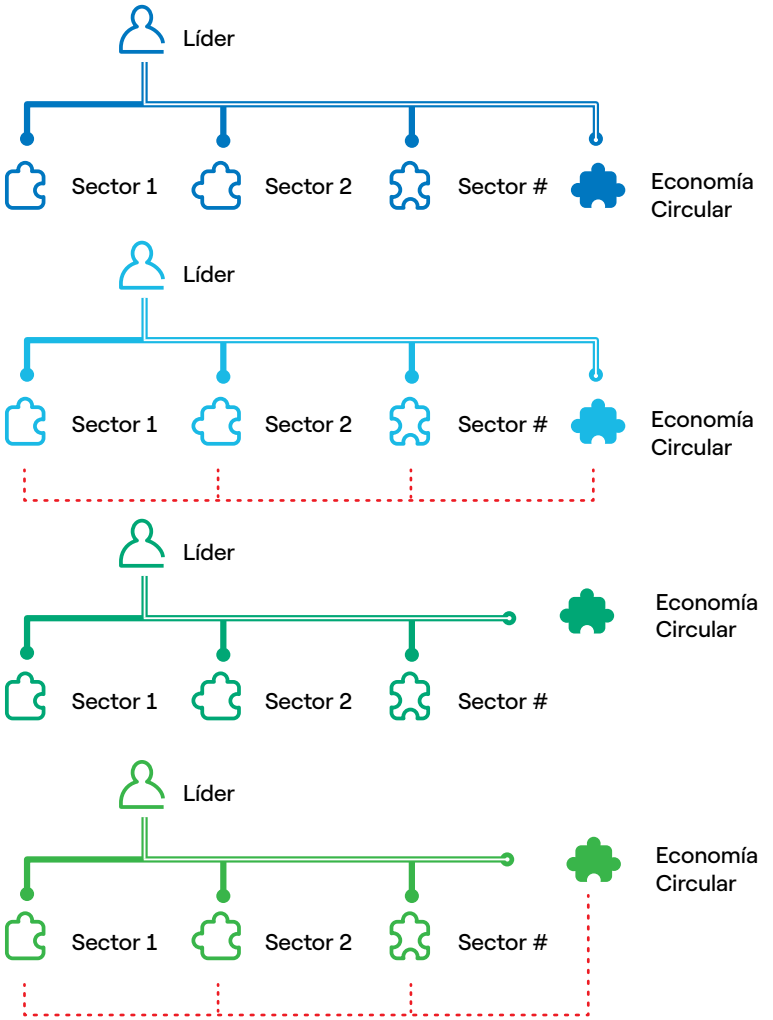
¿Dónde ubicamos la gobernanza?

La decisión de dónde posicionar la gobernanza para el rumbo de la economía circular sigue abierta. Pero sí está muy claro que debe ser transversal a todos los sectores: institucional, empresarial, académico, etc. Por ese motivo, asignar una responsabilidad relativa a un sector específico, o un ministerio en específico, limitaría severamente sus beneficios.

En Chile, el desafío de la descentralización orientado al fortalecimiento de la regionalización representa una particular oportunidad para que la economía circular sea parte de la visión en un nuevo diseño institucional fuertemente anclado al territorio. Hasta ahora los esfuerzos han implicado la transferencia de recursos y competencias desde el nivel central a los estamentos regionales expresados en los gobiernos regionales (creados en 2021 y electos democráticamente) y los municipios. A futuro se requieren maneras innovadoras y eficaces de coordinación para la aplicación de políticas, planes, programas que permitan articular acciones locales en economía circular.

Dada la experiencia internacional, es aconsejable que los países comiencen a reconocer una dimensión multinivel en materia de formulación de políticas. En Chile concretamente los gobiernos regionales adquieren un rol central en materia de formulación de políticas de fomento y confían a las municipalidades la ejecución local en este ámbito. Sin duda el principal desafío radica en mejorar la coordinación inter-institucional e inter-sectorial, donde es indispensable el concurso del sector público, el sector privado y la sociedad civil.

Escenarios de gobernanza para la economía circular



Escenario 1
Asignación de responsabilidad a los sectores.
Una visión meramente sectorial podría limitar el alcance de una solución más global.

Escenario 2
Asignación de responsabilidades a los sectores considerando la interrelación con otras áreas.
En comparación con el escenario anterior, este escenario podría contribuir al desarrollo de políticas circulares más integrales y eficaces.

Escenario 3
Creación de una sala de control que reporte a la institucionalidad.
Con este escenario se supera un posible problema de transversalidad y visión de conjunto, pero puede ser crítico en términos de centralización y la respuesta a las necesidades de cada sector.

Escenario 4
Soluciones mixtas.
Se considera una sala de control que reporta a la institucionalidad, y a su vez, propone una relación transversal con los sectores involucrados, para favorecer las estrategias que se definan a nivel central.

5.

Experiencias internacionales y herramientas

Cada ciudad es única y, por tanto, las estrategias y soluciones deben ser específicas para cada caso. Promover una cultura de colaboración dentro de la ciudad y entre ciudades será clave para acelerar la transición hacia modelos circulares.

Esta sección resume casos de éxito en diversas ciudades del mundo, con un compromiso declarado con la circularidad. Además, se presenta un cuadro de herramientas que pueden ayudar a las ciudades en la incorporación efectiva de los principios de la economía circular, desde la identificación de oportunidades hasta la evaluación del desempeño.

Iniciativas exitosas en las ciudades del mundo

Ciudad	Descripción
Bogotá, Colombia	**Programa Circularízate.** Convoca a 35 empresas de Bogotá de seis clústers relativos al desarrollo de productos, procesos o servicios circulares innovadores. El programa tiene seis etapas para los beneficiarios, que incluyen: la capacitación en economía circular, modelación de una nueva línea de negocio, desarrollo del plan de negocio y preparación para rueda de negocios y/o ronda de inversión que les permita escalar. **Saber más→**
Sao Paulo, Brasil	**Urban futurability project:** Mediante la aplicación de tecnologías de la industria 4.0, Enel en alianza con el gobierno y la Agencia Nacional de Energía Eléctrica, está desarrollando el primer network digital twin (gemelo digital de la red) en Villa Olimpia. Mediante tecnología 3D, el proyecto modela una réplica de la infraestructura eléctrica local y su comportamiento. La simulación es posible gracias a la instalación de más de 5.000 sensores que comunican información en tiempo real tanto al distribuidor de energía como a los diversos stakeholders locales. La iniciativa busca ser un laboratorio que permita testear nuevas tecnologías –como vehículos eléctricos e iluminaria inteligente– mejorar la planificación urbana, usar de manera más eficiente la energía e incorporar materiales reciclados como insumo en las obras. **Saber más→**
Amsterdam, Países Bajos	**Amsterdam Circular Strategy 2020-2025.** Alineada con las políticas de la Comunidad Europea, Amsterdam es considerada ciudad pionera en economía circular. En su estrategia ambiciona a reducir significativamente el uso de materiales vírgenes al año 2030 y avanzar hacia una ciudad completamente circular al 2050. Involucra a tres cadenas de valor: alimentos y residuos orgánicos, bienes de consumo y ambiente construido y utiliza el Modelo de la Dona, desarrollado por la economista Kate Raworth, quien describe cómo las sociedades y los negocios pueden contribuir al desarrollo económico a la vez que se respetan los límites planetarios. **Saber más→**
Copenhague, Dinamarca	**Circular Copenhage – Resource and Waste Plan 2024 (RAP24).** La ciudad aspira a ser la primera capital carbono neutral al año 2025 y la iniciativa RAP incorpora esta visión. El impulso en la movilidad sostenible juega un rol importante. Uno de sus principales promotores ha sido el urbanista Michael Colville-Andersen, quien en 12 gráficos representó el potencial que tienen las bicicletas para transformar las ciudades del mundo. **Saber más→**
Austin, EEUU	**Austin Material Marketplace** es una plataforma en línea que permite a las empresas y organizaciones conectarse y encontrar soluciones de reutilización y reciclaje para materiales de desecho y subproductos. El programa tiene como objetivo crear una red colaborativa de ciclo cerrado de empresas, organizaciones y emprendedores, donde los residuos y subproductos difíciles de reciclar de una organización se convierten en la materia prima de otra organización. Además de desviar los materiales de los vertederos, estas actividades de recuperación generan actividades comerciales, importantes ahorros de costos, ahorros de energía y crean nuevos puestos de trabajo. **Saber más→**
Guelph-Wellington, Canadá	**Food for Future** tiene como objetivo la creación de la primera economía alimentaria circular de Canadá. Está desarrollando un sistema alimentario en el que todos puedan acceder a alimentos nutritivos, nada se desperdicie y el impacto en el medio ambiente sea mínimo. Mediante un ambicioso programa que integra innovación, elaboración de métricas, desafíos, eventos, está impulsando un movimiento en la ciudad que aspira a lograr un 50% de aumento en el acceso a alimentos asequibles y nutritivos; 50 nuevos negocios alimentarios circulares, en colaboraciones y empresas sociales; y un aumento del 50% en el beneficio económico al desbloquear el valor de los residuos. **Saber más→**
Tainan, Taiwán	**TaiSugar Circular Village** es el primer proyecto residencial que integra la economía circular desde el diseño. Es una "aldea" conformada por tres "Bloques Circulares" donde se ubican las viviendas "Campo Circular". Tiene una "Casa-C", una "Casa-E" y una "Granja-C". La Casa-C funciona como la sala de estar del pueblo, la Casa-E como la cocina, y la Granja-C es el jardín donde se producen los alimentos. La modularización fue crucial en este desarrollo urbano, la etapa de diseño tuvo en cuenta el montaje en la construcción y la deconstrucción después del uso. Algunos de los materiales utilizados incluyen componentes reciclados y ecológicos, además de elegir aquellos que permitían reducir emisiones. Un proyecto pionero en su tipo que ha sido reconocido internacionalmente. **Saber más→**

Herramientas para acelerar y monitorear la transición circular

Cadenas de suministro y trazabilidad

Cámara de comercio de Santiago – Guía de cadena de suministro sostenible

Una herramienta que busca contribuir al desarrollo de un enfoque de gestión sostenible basado en la mejora continua, produciendo impactos positivos ambientales, sociales y de gobernanza (ASG) que permitan optimizar procesos y gerenciar los recursos de manera eficiente, innovadora y con una visión de largo plazo, basado en mejores prácticas locales e internacionales, conjugando los 10 principios del pacto global y los 17 ODS.

Pone el foco en la incorporación de criterios de sostenibilidad desde la definición de las necesidades y los acompaña con indicadores para un eficaz seguimiento durante toda la relación entre mandante y proveedor.

Pasaporte de materiales

Documento que registra y clasifica todos los materiales de construcción según su composición, origen, ubicación, valor económico y vías de recuperación para su fin de vida, convirtiendo las ciudades en bancos de materiales para ser extraídos en futuro.

Esta herramienta permite generar conocimiento en torno a los materiales utilizados en la ciudad y poblar de datos las herramientas de monitoreo para la toma de decisión sobre la aplicación de modelos de negocios circulares.

Integrar modelos de negocios circulares

Sharing the city - Seúl

La ciudad de Seúl se ha hecho pionera en la promoción de actividades compartidas. La iniciativa ha certificado 50 proyectos que ofrecen a las personas alternativas a la posesión de bienes, Desde la plataforma para el uso compartido de autos o el intercambio de artículos entre vecinos, hasta la apertura de casi 800 edificios públicos en desuso para organizar reuniones y eventos.

La iniciativa permite generar beneficios mejorando la utilidad de los recursos existentes, creando trabajo, incrementando el sentido de comunidad y confianza entre ciudadanos, a la vez que se reducen los impactos ambientales disminuyendo la demanda de recursos.

Circle City Scan Tool

Herramienta que ofrece a municipios, consultoras o desarrolladores de proyectos la posibilidad de analizar las ciudades, su circularidad y formular un plan de acción para la economía circular detectando oportunidades de acuerdo con sus particularidades.

Se basa en datos de empleo, emisiones, flujos de materiales y valor económico, guiando al usuario para su adecuada recolección. Una vez especificado el foco del análisis, según los impactos que mayormente afectan a la ciudad, se obtienen recomendaciones sobre las estrategias a adoptar y se pueden consultar casos de estudio para tomar decisiones informadas.

Monitoreo

Enel X - Circular city index

Es un Indicador de circularidad para las ciudades que se basa en datos abiertos disponibles a nivel nacional sobre 4 ámbitos: digitalización, medio ambiente y energía, movilidad, residuos.

Para cada uno se atribuyen puntajes que evalúan el grado de implementación de políticas e infraestructuras que ayuden el territorio en un proceso de transición en una óptica de circularidad urbana.

Incluye todas las comunas de Italia y permite a las administraciones públicas identificar casos virtuosos, compararlos con su propia realidad y así replicar soluciones que ya se han mostrado eficaces.

Amsterdam circular monitor

Para conocer el avance hacia una economía circular, la ciudad Ámsterdam monitorea el consumo de materias primas, el impacto en emisiones de alimentos y residuos orgánicos, bienes de consumo y entorno construido, permitiendo así identificar las áreas donde priorizar los esfuerzos y estimar la factibilidad de cumplir el objetivo de reducir a la mitad el uso de materias primas al 2030 y convertirse en ciudad 100% circular al 2050.

Guía de Cadena de Suministro Sostenible, CCS

La Guía de Gestión de una Cadena de Suministro Sostenible desarrollada por la Cámara de Comercio de Santiago, con apoyo del Centro de Innovación UC, es una plataforma interactiva que busca visibilizar e impulsar mejores prácticas en las relaciones comerciales entre mandantes y proveedores.

Esta guía ofrece indicaciones y lineamientos para construir una relación de largo plazo en la cadena de suministro a partir del entendimiento e identificación de las etapas que componen la relación, el rol de mandante y proveedor, así como los riesgos, oportunidades e indicadores de desempeño que se sugiere aplicar.

Propone además integrar a la cadena de suministro los posibles impactos sociales y ambientales en un entorno de transparencia y ética empresarial, a través de una aplicación gradual de seis niveles de prácticas en materia de desarrollo sostenible que están en concordancia con los 10 Principios de Pacto Global de Naciones Unidas y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible:

1. Cumplimiento de la legalidad vigente.
2. Compromisos y cumplimientos extra-legalidad.
3. Petición o adscripción internacional.
4. Mecanismos de aseguramiento, eficiencia y gestión operacional.
5. Metodología de trabajo con el proveedor, gestión operacional ASG.
6. Métodos de trabajo colaborativo/ integrado.

Saber más→

Conclusiones

Aunque Chile solo aporta con el 0,25% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, posee siete de los nueve criterios de vulnerabilidad ante el cambio climático. Según otros estudios, se encuentra entre los 10 países más afectados por el aumento de la temperatura global, con los consiguientes riesgos para los territorios y su población. La inacción tendrá un gran costo.

Este documento comparte con otros estudios la conclusión de que es imprescindible pisar el acelerador y cambiar la forma de habitar y relacionarnos con los ecosistemas naturales y en particular en nuestras ciudades, donde habita el 87,8% de la población nacional.

El Estado ha tomado conciencia y, según la información levantada para este documento, en los últimos 10 años ha progresado sustancialmente en materia de políticas públicas, planes y programas para la mitigación y adaptación, los que establecen ambiciosas metas sectoriales. Nuestro levantamiento preliminar detectó al menos 17 metas destinadas a la sostenibilidad y circularidad de las ciudades. La conciencia respecto de la crisis climática también ha aumentado considerablemente en los diversos sectores productivos y en la sociedad, probablemente porque los efectos del cambio climático ya son evidentes.

Este informe muestra que esos avances son un punto de partida, y que ya es posible dar el siguiente paso: un cambio de paradigma, que incorpore la economía circular y aplique sus principios en las ciudades.

Las características geográficas del país y la centralización político-administrativa presentan desafíos muy importantes para las ciudades, que se agudizan dada la enorme diferencia de extensión, de vocación productiva y de desarrollo económico, entre otras. La implementación de la circularidad en Chile obliga a la colaboración entre distintos tipos de ciudades, para alinear y extender a todo el país las metas establecidas hasta ahora por el Estado y los sectores productivos. El desafío, como evidencia este documento, es encontrar la forma de incorporar la realidad local, convocando a todos los actores, y en especial a la ciudadanía, en la implementación de aquellas medidas que permitan aprovechar el potencial de las estrategias, planes y programas existentes.

Como otros estudios que Enel ha realizado, este documento recoge la realidad de tres ciudades, Antofagasta, Gran Santiago y Gran Concepción, y concluye que es posible aplicar allí los principios de economía circular. Ello es posible aprovechando el avance de prácticas pioneras e innovando en modelos de negocio que aportan beneficios económicos, sociales y ambientales.

Este trabajo recopila datos públicos de tres sectores claves para un metabolismo urbano circular: energía para movilidad y edificios residenciales, materiales y residuos de la construcción; alimentos y residuos orgánicos. Sectores que a nivel mundial aportan en más de un 50% a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y son estratégicos para el funcionamiento de las ciudades.

Los datos e indicadores disponibles permitieron construir una primera aproximación del metabolismo urbano de las ciudades de estudio y orientar las medidas circulares en los sectores seleccionados destacándose, entre ellas: la electrificación del transporte público, la mejora de estándares de eficiencia energética y la recuperación de excedentes de calor; la reconversión de los espacios en desuso y la incorporación de estándares de construcción sostenible; el fomento de hábitos de consumo sostenible para la prevención de desperdicios alimentarios, el rescate de alimentos y el reciclaje de nutrientes para la bioenergía. Las medidas propuestas fueron seleccionadas por su contribución a la reducción de GEI, la valorización de los recursos, la reducción de la demanda de recursos vírgenes y el impacto social y en la calidad de vida.

El desafío es repensar las ciudades con una mirada integral, transferir nuevas capacidades y aprovechar el potencial de creación de valor conjunto, mediante la colaboración intersectorial.

En Enel creemos que es posible reimaginar las ciudades y esperamos que la información y análisis desarrollado en este informe sirva de insumo para diseñar las ciudades hacia la circularidad, a través de la redefinición de los flujos de energía y materiales del metabolismo urbano, priorizando aquellos sectores de mayor impacto en el cambio climático.

Glosario

Acrónimos

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BIM: Builing Information Technology

CDT: Corporación de Desarrollo Tecnológico

CEDEUS: Centro de Desarrollo Urbano Sustentable – Universidad Católica

CES: Certificación Edificio Sustentable

CChC: Cámara Chilena de la Construcción

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

CIMI: Cities in Motion Index

EMF: Ellen MacArthur Foundation

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

GEI: Gases de Efecto Invernadero

Gt: Gigatoneladas, 10^9 toneladas

IEA: Agencia Internacional de Energía

INE: Instituto Nacional de Estadísticas

IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

IRP: International Resource Panel

MCLP: Millones de pesos chilenos

MINAGRI: Ministerio de Agricultura

MINERGIA: Ministerio de Energía

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

Mt: Megatoneladas, 10^6 toneladas

ODEPA: Oficina de Estudios y Políticas Agroalimentarias

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PIB: Producto Interno Bruto

RCD: Residuos de la construcción y demolición

RSD: Residuos sólidos domiciliarios

UNEP: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

UTCUTS: Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura

WBCSD: World Business Council for Sustainable Development (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible)

WEF: World Economic Forum

Cambio Climático

Adaptación: Concepto aplicable a los sistemas humanos y naturales. Correspondeal proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, con el propósitode moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas.

Cambio climático (CC): Cambio en el clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana. Altera la composición de la atmósfera global, que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Carbono incorporado: Es el incluido en la fabricación de productos de construcción, la construcción de edificios, el reemplazo de materiales y el final de la vida útil. Durante la etapa de diseño y adquisición, los diseñadores y contratistas tienen la oportunidad de priorizar productos con menor huella de carbono.

Carbono neutralidad: Consiste en generar un balance neto igual a 0 entre las emisiones y las capturas de GEI del país en términos de CO_2e.

CO_2 equivalente (CO_2e): Es una métrica universal utilizada para expresar en términos de CO_2 el nivel de calentamiento global que tienen otros GEI.

Descarbonización: Proceso a través del cual países, personas u otras entidades procuran lograr una existencia sin consumo de carbono de origen fósil. Principalmente se hace referencia a la reducción de las emisiones de carbono asociadas a la generación de energía eléctrica, la industria y el transporte.

Energías renovables: Aquellas que se abastecen de fuentes de energía que se consideran inagotables. Entre ellas se consideran la hidráulica, solar, eólica y mareomotriz. De igual forma, dependiendo de su modo de explotación, también pueden considerarse como renovables las provenientes de biomasa, geotermia y biocombustibles.

GEI: Los gases de efecto invernadero son componentes gaseosos de la atmósfera, de origen natural o antropogénico, que absorben y emiten la radiación terrestre producida por la superficie de la Tierra, atmósfera y nubes. Esta propiedad es la que que ocasiona el efecto invernadero.

- Gases antropogénicos: además del CO_2, NO_2 y CH_4, y también otras sustancias fluoradas como hexafluoruro de azufre (SF6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

- Gases de origen natural: el vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3).

Huella de carbono: Conjunto de emisiones de GEI que producen las personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas –directa o indirectamente– en términos de CO_2 equivalentes. Desde el punto de vista industrial,sirve como herramienta de control y gestión para conocer y mejorar el desempeño ambiental.

INGEI: El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero es un documento que respalda y transparenta la información relacionada con la emisión y absorción de los GEI en el país durante el periodo 1990-2018.

Límites planetarios: Son nueve procesos clave para la estabilidad de la biósfera y el desarrollo de la vida de manera segura. Son: cambio climático, contaminación química, agotamiento de la capa de ozono, aerosoles, acidificación del océano, ciclos biogeoquímicos, consumo de agua dulce, cambios en el uso de suelo y biodiversidad.

Mitigación: Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero.

Acciones y conceptos

Bioeconomía circular: Es un proceso que apunta hacia la transformación del modelo productivo lineal, a través del impulso de nuevos métodos que promuevan la conversión de recursos biológicos y los flujos de residuos y nutrientes en productos con valor agregado, tales como alimentos, productos biológicos y/o bioenergía.

Biogas: Gas producido por la descomposición de la materia orgánica.

C40: Es una red compuesta por algunas megaciudades del mundo que tienen un compromiso para enfrentar el cambio climático, a través de la colaboración y transferencia de conocimientos que impulsen medidas significativas, tangibles y sostenibles.

Cadena de suministro: Corresponde a la secuencia de procesos que intervienen en la producción y distribución de una mercancía o producto.

Cadena de valor: Es el proceso o las actividades con las que una empresa añade valor a un artículo, incluyendo la producción, la comercialización y la prestación de servicios.

Ciclo de vida: Etapas progresivas que tiene un producto o servicio en el mercado, desde la obtención de las materias primas hasta el fin de su vida útil. Esto considera todos los procesos, subprocesos, entradas y salidas de materia y energía.

Ciudad en 15' minutos: Es una forma de desarrollo en que las ciudades proveen todos los servicios necesarios a distancias más cortas. Esta estrategia se basa en la descentralización de la economía, de modo que cada barrio cuenta con los siguientes aspectos de la vida urbana: espacios de trabajo, comercio, ocio, áreas verdes y vivienda.

Confort térmico: Concepto físico que describe cuando las personas no experimentan sensación de calor ni frío en una infraestructura. Es decir, cuando las condiciones de humedad, temperatura y movimiento de aire es agradable y adecuado.

Desarrollo sostenible: Tipo de desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas. Se basa en el equilibrio de los pilares económico, social y ambiental.

Ecosistema: Unidad funcional que consta de organismos vivos, su entorno no vivo y las interacciones entre ellos.

Empleos verdes: Puestos de trabajo que se relacionan con la provisión de bienes y servicios ambientales que contribuyen a la protección ambiental y el uso sustentable de recursos.

Fertilizante sintético: Abono manufacturado a través de procesos industriales.

Industria 4.0: Hace referencia a la cuarta revolución industrial, impulsada por la tecnología digital y el procesamiento de datos.

Metabolismo urbano: Consiste en el análisis de los flujos de materia, energía e información que se establecen entre los asentamientos urbanos y su contexto geográfico. Su estudio es útil para medir la demanda total de materias primas y consumo eléctrico (las entradas) y el impacto que podemos causar al medio ambiente por las emisiones y la falta de valorización de los "residuos" (las –salidas).

Net billing: Es un sistema de generación distribuido para el autoconsumo. Se les otorga a los clientes el derecho de instalar sistemas de autogeneración (con ERNC y límite de 300 kW de capacidad instalada) y también de vender sus excedentes a la red de distribución a precio regulado.

Residuos orgánicos: Son residuos biodegradables de jardines y parques, residuos alimentarios y de cocina procedentes de hogares, oficinas, comercios, hoteles, restaurantes, cafeterías, comedores y establecimientos de consumo al por menor.

Simbiosis industrial: Es la asociación entre empresas para hacer uso y aprovechamiento de los recursos, materiales, agua, energía y subproductos derivados del proceso de producción de un producto o servicio. Esta relación simbiótica permite disminuir los impactos ambientales y contribuir al cierre de ciclos de materiales y energía.

Sistema agroalimentario: El conjunto de las actividades que concurren a la formación y a la distribución de los productos agroalimentarios y, en consecuencia, al cumplimiento de la función de la alimentación humana en una sociedad.

Transición energética justa: Proceso de transición desde fuentes fósiles a fuentes renovables para la generación de energía. Se produce prestando atención a los puestos de trabajo, la seguridad de los abastecimientos de energía y a una distribución justa de los costos asociados a la transición.

Valorización: El conjunto de acciones que tienen por objeto valorizar, recuperar y recircular los materiales y energía desperdiciados por ser considerados residuos dentro de las cadenas productivas.

Agradecimientos

La publicación de este documento no habría sido posible sin la contribución de:

Desarrollo de contenidos y revisión

- Natalia Correa – Enel
- David Banda – Enel
- Luca Filosomi – Enel
- Fernando Lepori - Enel
- Gonzalo Salamanca – Enel
- Olivia Valdés – UC Davis
- Camila Fernández – UC Davis
- Rubén González – Ministerio del Medio Ambiente
- Daniel Menares – Ministerio de Energía
- Nicolás Pintor – Ministerio de Energía

Casos destacados

- Magdalena Riesco – Enel X
- Matías Gutiérrez - Enel X
- Mónica Zarini – Asociación Sembra
- Hernán Torres – Santiago
- María José Larrazábal Fuentes – Antofagasta
- María Isabel Faúndez – Concepción
- Verónica Torres Puentes – Camara Comercio de Santiago

Actores que participaron en talleres

- Fernando Varas – Ministerio del Medio Ambiente (Antofagasta)
- Carolina Díaz – Fundación Jilaya (Antofagasta)
- Claudia Monsalve – Codesser (Antofagasta)
- Rodolfo Campos – Oklin (Antofagasta)
- Matías Martínez – Valora Alimentos (Antofagasta)
- Alejandro Pares (Antofagasta)
- Javiera Escanella – Supermercados de Chile A.G. (Santiago)
- Alfonso Sánchez – Red de Alimentos (Santiago)
- Luis Sáez, Universidad de Santiago Usach (Santiago)
- Paz Maluenda – Economía Circular MMA (Santiago)
- Gloria Moya – Corfo (Santiago)
- Gerardo Villagra – Wallmart (Santiago)
- Carolina Manríquez – GORE Metropolitano de Santiago
- Paola Cofré – Seremi MMA (Santiago)
- Pablo Fernandois – MMA (Santiago)
- Rodrigo Otárola – Profesional Seremi MMA (Concepción)
- Mauricio Poblete – CEO Innovagreen (Concepción)
- Ximena Riffo – Corfo regional (Concepción)
- Norma Parra – Municipalidad de Concepción

Edición

- María Isabel De Martini – Editora

Diseño y diagramación

- Bruno Canessa – Leaders

Notas y referencias bibliográficas

1 Banco Mundial. 2020. Desarrollo Urbano.
2 Naciones Unidas (UN). s.f. Cambios demográficos.
3 C40 Cities. 2019. 14 cities commit to sustainable food policies that will address the global climate emergency.
4 NU. s.f. Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.
5 ONU-Habitat. 2020. The Strategic Plan 2020-2023
6 Enríquez, A. & Sáenz, C. 2021 "Primeras lecciones y desafíos de la pandemia de COVID-19 para los países del SICA", serie Estudios y Perspectivas-Sede Subregional de la CEPAL en México, N° 189 (LC/TS.2021/38; LC/MEX/TS.2021/5).
7 Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., et al. 2021 Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 2.
8 NU 2018. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.
9 NU. 2021. COP26 The Glasgow Climate Pact
10 Enel América.s 2021. Ciudades del futuro. Que pasó en la COP 26
11 Ministerio del Medioambiente (MMA). 2021. Policy Brief: Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).
12 Ellen Macarthur Fundation (EMF). 2021. Completing the Picture - How the circular economy tackles climate change.
13 World Economic Forum (WEF). 2014. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains.
14 Lacy, P., & Rutqvist, J. 2015. Waste to wealth: The circular economy advantage (Book)
15 Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., et al. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223), 1259855.
16 EMF. s.f. What is a circular economy?
17 Lacy, P., Long, J. & Wesley, S. 2020. The circular economy handbook. Realizing the Circular Advantage (book).
18 EMF. 2013.Towards the Circular Economy Vol.2: Opportunities for the consumer goods sector. Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation.
19 International Labour Organization (ILO). 2018. World employment and social outlook 2018: Greening with jobs.
20 Díaz Álvarez, C. 2014. Metabolismo urbano: herramienta para la sustentabilidad de las ciudades. Interdisciplina, 2(2).
21 Kennedy, C., Cuddihy, J., & Engel-Yan, J. 2007. The changing metabolism of cities. Journal of industrial ecology, 11(2), 43-59.
22 Barragán-Escandón, A., Terrados-Cepeda, J., & Zalamea-León, E. 2017. The role of renewable energy in the promotion of circular urban metabolism. Sustainability, 9(12), 2341.
23 Lucertini, G., & Musco, F. 2020. Circular urban metabolism framework. One Earth, 2(2), 138-142.
24 International Energy Agency (IEA). 2022. Global Energy Review: CO_2 Emissions in 2021, IEA, Paris.
25 1 Tcal = 1012 calorías
26 Ministerio del Medioambiente (MMA). 2020. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI).
27 Ministerio de Energía (MINERGIA). 2021. Informe Balance Nacional de Energía 2019
28 Calculado a partir de datos INE, 2019.
29 In – Data SpA, Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). 2019. Usos de energía de los Hogares Chile 2018.
30 EMF, SUN & McKinsey Center for Business and Environment. 2015. Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe.
31 Universidad Alberto Hurtado y Observatorio Social. 2012. Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012.
32 Elaboración propia basado en Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2020. Good to Go? Assessing the Environmental Performance of New Mobility. Corporate Partnership Board Report, International Transport Forum.
33 Ver glosario
34 University of Leeds, ARUP and C40 Cities 2019 The Future of Urban Consumption in a 1.5C World.
35 MINERGIA. 2021. Estrategia Nacional de Electromovilidad.
36 Radio Maray (Antofagasta). 2022. MINVU convoca al primer proceso 2022 para acreditación de evaluadores de Calificación Energética de Viviendas
37 Comisión Nacional de Energía. (CNE) s.f. Energía Abierta.
38 E2BIZ. 2021. Proyección de la Generación Distribuida en los sectores residencial, comercial e industrial en Chile
39 Red Biogás. 2010. Tratamiento de aguas servidas ya produce biogás en Santiago.
40 El Dínamo. 2012. La ruta del aceite convertido en biodiesel. La experiencia de La Pintana
41 Klepeis, N., Nelson, W., Ott, W., et al. 2001. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, 11(3):231-252.
42 Fundación Chile (FCH). 2020. Economía Circular y sector Construcción en Chile
43 CDT. 2020. Introducción a la Economía Circular en la Construcción: Diagnóstico y oportunidades en Chile
44 WEF. 2016. Shaping the Future of Construction A Breakthrough in Mindset and Technology
45 United Nations Environment Programme (UNEP). 2021. Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi
46 IEA. 2021. Building Envelopes, IEA, Paris

47 World Business Council For Sustainable Development (WBCSD). 2021. Net-zero buildings: Where do we stand?
48 OECD. 2019. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences, OECD Publishing, Paris.
49 Arcadis, WBCSD & Circle Economy. 2018. Scaling the Circular Built Environment: Pathways for business and Government
50 MINVU, MMA y MOP. 2020. Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035
51 OECD. 2015. Working Party on Resource Productivity and Waste: A policy study on the sustainable use of construction materials
52 Aduanas de Chile. 2019. Importaciones por códigos arancelarios: Cemento: 2523XXXX, 38160010; Acero: 7214XXXX, 7215XXXX.
53 MMA. 2018.Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático.
54 Cámara Chilena de la Construcción (CChC). 2019. El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global.
55 IDIEM, FCH y CDT. 2014. 1° Informe de Avance Revisión Técnica: Ecobase Construcción.
56 Instituto Nacional de Normalización (Chile). 2019. NCh 3562:2019 Gestión de Residuos - Residuos de Construcción y Demolición (RCD) - Clasificación y directrices para el plan de gestión. Santiago, Chile, 2019. 21p.
57 El RETC es el sistema donde deben declarar los residuos no peligrosos todos aquellos establecimientos que generen, anualmente, más de 12 toneladas de residuos no sometidos a reglamentos específicos. La declaración de estos residuos está regulada por el artículo 26 del D.S. N° 1/2013 del Ministerio de Medio Ambiente
58 MMA. 2021. Reporte del Estado del Medioambiente. Capítulo 10: Residuos.
59 ECLP, Hoja de Ruta RCD E.C. en construcción 2035 y Hoja de Ruta E.C. Nacional 2040. Entre otras.
60 EMF s.f. Circular Buildings Toolkit
61 Subsecretaría de Vivienda y Urbanismo s.f. Construcción Sustentable
62 MINVU s.f. Certificación Edificio Sustentable
63 EMF. 2019 Cities and Circular Economy for Food
64 Tripathi, S., Srivastava, P., Devi, R. et al. 2020. Influence of synthetic fertilizers and pesticides on soil health and soil microbiology. In Agrochemicals detection, treatment and remediation (pp. 25-54). Butterworth-Heinemann.
65 MINAGRI: ODEPA. 2019. Panorama de la Agricultura Chilena
66 Invest Chile. 2021. Food Industry in Chile: Projections & Opportunities
67 Instituto Nacional de Estadística (INE). 2018. Síntesis de Resultados Censo 2017.
68 Bianchetti, A. 2016. Ciudades Intermedias en Chile. territorios olvidados. EURE (Santiago), 42(126): 295-298.
69 Las divisiones político administrativa del país se diferencian en 3: Regiones, provincias y comunas.
70 áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; ecosistemas montañosos; y zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica.
71 UN. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
72 Centro de Ecología Aplicada. 2020 .Análisis de Riesgo Ambiental en bahía San Jorge, Antofagasta. GORE Antofagasta.
73 Servicio de Impuestos Internos (SII). 2022. Estadísticas de Empresa
74 Red Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS). 2019. Áreas Urbanas Consolidadas Chile 2017
75 Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Florida, La Granja, La Pintana, La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolén, Providencia, Pudahuel, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, San Ramón, Vitacura, Puente Alto, San Bernardo.
76 IESE Business School. 2020. IESE Cities in Motion Index 2020
77 Center for Climate and Resilience Research (CR2). 2022. Hipersequía: Santiago y la zona central ante el escenario de un nuevo clima (La Tercera)
78 CEDEUS. 2022. Indicadores: Área Metropolitana de Santiago
79 Chiguayante, Concepción, Coronel, Hualpén, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tomé
80 MMA. 2020. Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano.
81 Gunderson, L. 2000. Ecological resilience: In theory and application. Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 31, págs. 425-439
82 Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). 2009. Guía Metodológica para la Formulación de Políticas Públicas Regionales.
83 DIRPLAN. 2011. "Guía para la formulación de políticas MOP: Dirección de Planeamiento Subdirección de Estudios y Políticas de Inversión".
84 Este catastro fue elaborado tomando en cuenta diversas fuentes. No considera todas las políticas nacionales y en negrita se han destacado aquellas que tienen metas relacionadas con las ciudades. Hemos definido siglas de las distintas políticas de manera de facilitar su comprensión y seguimiento en este documento.
85 United Nations Economic and Social Commisssion for Asia and the Pacific (UNESCAP). 2009. What is Good Governance?
86 Cramer, J. 2022. Effective governance of circular economies: An international comparison. Journal of Cleaner Production, 343, 130874.

Este documento ha sido elaborado por Enel Chile en conjunto con el *Life Sciences Innovation Center* de UC Davis Chile y cuenta con la colaboración y el patrocinio del Ministerio del Medio Ambiente.

UCDAVIS Chile Life Sciences Innovation Center
A part of Global Affairs

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

enel