



Introducción a la

ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN

DIAGNÓSTICO Y
OPORTUNIDADES
EN CHILE



Introducción a la
**ECONOMÍA CIRCULAR
EN CONSTRUCCIÓN**
DIAGNÓSTICO Y OPORTUNIDADES EN CHILE



Este documento se realiza en el marco del convenio de colaboración entre la Cámara Chilena de la Construcción, el Instituto de la Construcción y Construye2025 de Corfo para el desarrollo de la “Estrategia de Economía Circular en Construcción”

CÓMITÉ CONSULTIVO PÚBLICO



DOCUMENTO DESARROLLADO POR:

Corporación de Desarrollo Tecnológico de la
Cámara Chilena de la Construcción.

Introducción a la

ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN

DIAGNÓSTICO Y OPORTUNIDADES EN CHILE

REDACCIÓN GENERAL

Katherine Martínez A.

Paz Maluenda P.

DISEÑO GRÁFICO

Paola Femenías Ravanal

COMITÉ DE REVISIÓN

Cámara Chilena de la Construcción:

- Carlos Bascou
- Eduardo Hernández
- Mauricio Morales
- Camila Ramos

Instituto de la Construcción:

- José Pedro Campos
- Rodrigo Narváez
- Miguel Pérez
- Sergio Vera
- Marlena Murillo
- Jeannette Roldán
- Daniela Quintana
- Felipe Ossio
- Guillermo Silva

Construye2025:

- Marcos Brito
- Alejandra Tapia

Cómité Consultivo Público:

- Evelyn Galdames
- Paola Valencia
- Rubén González

Corporación de Desarrollo Tecnológico:

- Adelchi Colombo
- Juan Carlos León
- Cristian Prieto

Publicado diciembre 2020

CDT2020, Introducción a la economía circular en construcción, diagnóstico y oportunidades en Chile.

CONTENIDO

01

RESUMEN EJECUTIVO

8

02

INTRODUCCIÓN

10

CONTEXTO GENERAL DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL ENTORNO CONSTRUIDO

11

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

15

03

¿QUÉ ES ECONOMÍA CIRCULAR?

18

04

ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN

24

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS PUEDE TENER EL ENTORNO CONSTRUIDO BAJO CONCEPTOS DE ECONOMÍA CIRCULAR?

28

MODELO DE CIRCULARIDAD EN EL CICLO DE VIDA DE LA CONSTRUCCIÓN

32

MODELOS DE NEGOCIO CIRCULARES

34

FACTORES HABILITANTES PARA LA APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR Y POTENCIALES RESULTADOS

36

ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN Y EL *RESOLVE FRAMEWORK*

37

Regenerar

43

Compartir

44

Optimizar

45

Ciclos

46

Virtualizar

48

Cambiar

49

05

ECONOMÍA CIRCULAR EN CHILE

52

OPORTUNIDADES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA CHILE Y PARA EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

53

EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN CHILE

62

Políticas a nivel central

63

Iniciativas desde el sector privado

67

06

PERCEPCIÓN Y VALORACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

74

PERCEPCIÓN Y VALORACIÓN A NIVEL GENERAL (ENCUESTA)

75

PERCEPCIÓN Y VALORACIÓN POR PARTE DE LÍDERES DE LA INDUSTRIA (ENTREVISTAS)

84

Percepciones generales

86

Claves para avanzar hacia la economía circular en construcción

86

Desafíos al interior de la industria para transitar hacia la economía circular

87

07

CONCLUSIONES

88

08

BIBLIOGRAFÍA

92

01

RESUMEN EJECUTIVO

La sustentabilidad del medio ambiente construido es un tema crucial y la economía circular ofrece un gran potencial de avanzar en los objetivos de desarrollo sostenible y reducción de emisiones, consumo de materias primas, generación de residuos e impacto medioambiental.

Este documento busca aportar a la transición del sector construcción hacia la economía circular, recopilando información de diversas fuentes para explorar las posibles aplicaciones e implicancias de la economía circular en construcción. Además, busca sensibilizar respecto a la importancia de la economía circular para avanzar en desarrollo sostenible, identificando algunos desafíos y oportunidades que existen para el sector construcción.

Así, se espera acercar algunos marcos metodológicos, principios y definiciones que existen del concepto general de economía circular a nivel internacional, a la relación con las distintas etapas del ciclo de vida de la construcción, tal como: obtención de materia prima, manufactura, diseño, planificación, construcción, montaje, operación, mantenimiento y fin del ciclo de vida (deconstrucción, desmontaje, reutilización, reciclaje, etc.).

En cuanto a la situación de la economía circular en Chile, se realiza un levantamiento de información primaria y secundaria sobre distintas iniciativas y casos de aplicación implementados tanto a nivel central como por el sector privado, con el fin de servir como referentes para la industria y apoyen el tránsito hacia la economía circular por parte de toda la cadena de valor y en las distintas etapas del ciclo de vida de la construcción.

De esta forma, el documento se divide en cuatro partes:

- Contexto general del desarrollo sostenible en construcción
- Economía circular en construcción
- Economía circular en Chile: avances y estado nacional
- Percepciones y valoración de la economía circular en la industria de la construcción

A través de los contenidos de este documento, se espera crear un marco de referencia que facilite la articulación de distintos actores de la cadena de valor de la construcción, para facilitar la colaboración y promover más innovación, productividad y sustentabilidad en el sector, que permita adoptar circularidad para hacer frente a parte de los desafíos que enfrenta la industria a través de una Estrategia de Economía Circular en Construcción.

02

INTRODUCCIÓN

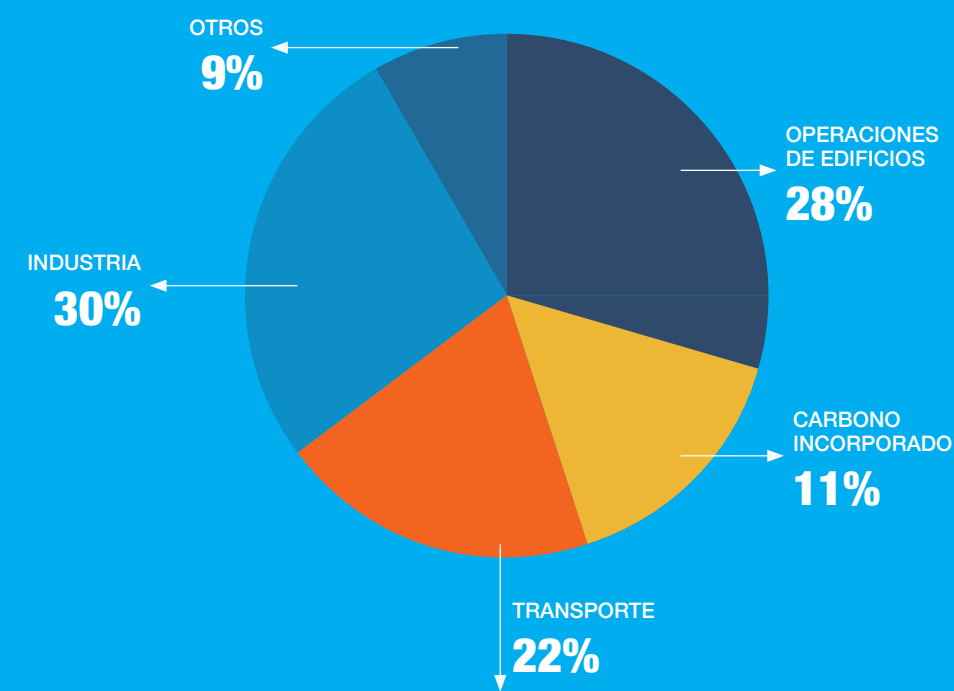
Contexto general del desarrollo sostenible en el entorno construido

Las ciudades son fundamentales en la economía y desarrollo global, y en un mundo de cambios rápidos, hay mega tendencias que impactan al sector construcción.

El **crecimiento demográfico** que estamos viviendo, de la mano con la **rápida urbanización**, conllevan la necesidad de un desarrollo sostenible de nuestras ciudades. De acuerdo a cifras de World Economic Forum¹, la población global de las áreas urbanas crece en 200.000 personas por día, las que requieren vivienda asequible, y acceso a servicios e infraestructura habilitante. Actualmente, más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y se espera que alcance un 70% al año 2060. Con ello, se proyecta que el stock global de edificios se duplicará en superficie entre el año 2018 y el 2060, lo que es equivalente a construir una ciudad de Nueva York cada mes, por los próximos 40 años². Satisfacer esta demanda creciente, implica una transformación de la industria de la construcción, para mejorar productividad y hacer un uso eficiente de los recursos.

- 1 WEF 2016, Shaping the future of construction. A Breakthrough in Mindset and Technology. Disponible en: www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf
- 2 Architecture2030 2020, Why the building sector? Disponible en: https://architecture2030.org/buildings_problem_why

FIGURA 1: EMISIONES DE CO2 DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL



FUENTE: Elaboración propia basada en Architecture, 2020.

Por otra parte, el **cambio climático** representa un gran desafío para el sector, y la oportunidad de jugar un rol clave tanto para la adaptación y resiliencia de las ciudades frente al cambio climático, como para la mitigación de las emisiones.

En relación a la adaptación, Chile es un país altamente vulnerable al cambio climático. Esta vulnerabilidad viene dada por distintos efectos climáticos que han aumentado su intensidad en los últimos años, como por ejemplo la sequía, menor cantidad y mayor intensidad de precipitaciones, aluviones en zonas precordilleranas, marejadas a lo largo de toda la costa del país, entre otros. Estos fenómenos climáticos asociados al sector construcción, ponen de manifiesto las necesidades de inversión en infraestructura de almacenamiento de agua, infraestructura para la su utilización eficiente, obras fluviales para protección ante inundaciones y protección de infraestructura portuaria³.

Respecto a mitigación, la construcción y operación de edificios se relaciona al 36% del uso final de energía global⁴ y cerca del 39% de las emisiones de CO2 relacionadas. De estas emisiones, 28% se asocia a la etapa de operación, mientras que un 11% se refiere a carbono incorporado, es decir, asociados a energía utilizada para producir materiales de construcción (como el acero, cemento y vidrio). A nivel nacional, las emisiones se estiman en 22,8% de las emisiones totales⁵. Frente a ese desafío, se plantea que descarbonizar el sector construcción es una de las formas más costo-efectivas de mitigar los peores efectos de la emergencia climática⁶.

Considerando que en el marco del Acuerdo de Paris, Chile se comprometió a alcanzar la carbono neutralidad al año 2050 y llegar a un *peak* de emisiones GEI en el año 2027, por lo que las oportunidades de reducir emisiones a través de la economía circular y gestión de residuos resulta muy relevante para avanzar en los compromisos.

En relación al **uso de recursos**, el sector construcción es uno de los principales consumidores a nivel global⁷. Los edificios usan el 40%⁸ de la materia prima global (3 billones de toneladas anuales), generando entre un 25% y 40% de residuos sólidos, de los cuales, menos de un tercio son reutilizados o reciclados⁹.

3 CChC, 2019. Fundamenta 45. El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global. Disponible en: www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Fundamenta_45.pdf

4 UNEP 2018, Global status Report, Towards a zero-emission, efficient and resilient building and construction sector. Disponible en: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27140/Global_Status_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5 CChC, 2019. Fundamenta 45. El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global. Disponible en: https://www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Fundamenta_45.pdf

6 CChC, 2019. Fundamenta 45. El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global. Disponible en: www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Fundamenta_45.pdf

7 WEF, 2016. Can the circular economy transform the world’s number one consumer of raw materials? Disponible en: www.weforum.org/agenda/2016/05/can-the-circular-economy-transform-the-world-s-number-one-consumer-of-raw-materials/

8 WEF, 2016. Environmental Sustainability Principles for the Real Estate Industry. Disponible en: www3.weforum.org/docs/GAC16/CRE_Sustainability.pdf

9 WEFa, 2016.

En Chile, cerca del 34% de los **residuos** sólidos corresponden a residuos de construcción y demolición –RCD¹⁰. Se proyecta que al año 2023 la generación de RCD alcanzará 7.455.602 toneladas anuales, solo considerando vivienda¹¹ equivalente a más de siete millones de metros cúbicos, o un volumen similar a 15,5 estadios nacionales¹².

FIGURA 2: DATOS GLOBALES DE INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN



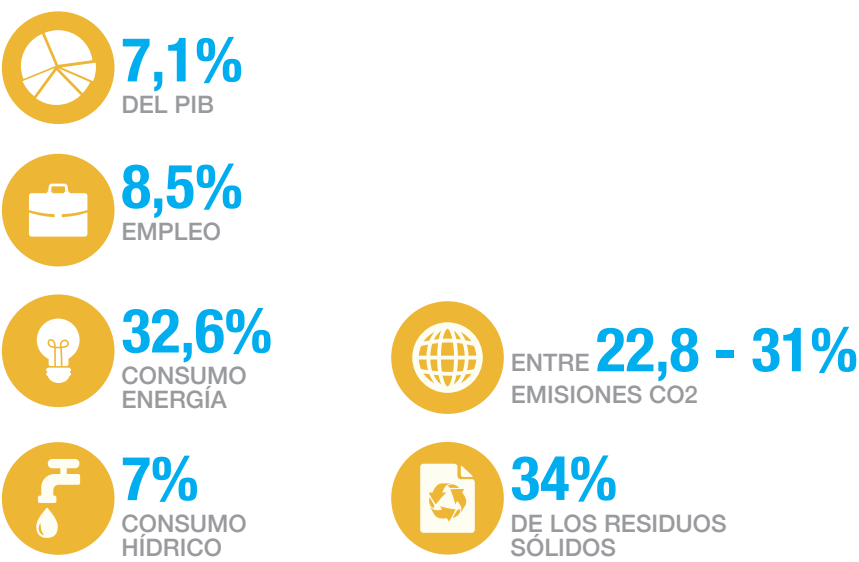
FUENTE: Elaboración propia basada en recopilación de datos

10 CONAMA, 2010. Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile. Disponible en: www.hidronor.cl/pdf/1_Primer_Reporte_del_Manejo_de_Residuos_S%C3%B3lidos_en_Chile_Conama_2010.pdf

11 MINVU, 2019, Informe Final Diagnóstico sobre Infraestructura RCD en Chile. Mayo, 2019.

12 Construye2025, 2020. Hoja de ruta RCD Economía circular en construcción 2035. Disponible en: http://construye2025.cl/rcd/wp-content/uploads/2020/08/HDR-PAGINA_RCD_200825.pdf

FIGURA 3: DATOS NACIONALES DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN



FUENTE: Elaboración propia basada en recopilación de datos

Objetivos de Desarrollo Sostenible y la industria de la construcción

Desde el año 2015 ONU plantea la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, como una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino mediante el cual mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. La agenda propone 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS- que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente y el diseño de nuestras ciudades¹³.

13 Naciones Unidas Chile, 2020. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible en: www.onu.cl/es/sample-page/odm-en-chile

FIGURA 4: RELACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



44%
DE LOS ODS DEPENDEN DE LA
CONSTRUCCIÓN

ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

CONSUMO Y PRODUCCIÓN RESPONSABLE

CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

ACCIÓN POR EL CLIMA

AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

FUENTE: Goubran 2019

La industria de la construcción posee un rol clave para avanzar en los objetivos de desarrollo sostenible. De acuerdo a un estudio reciente¹⁴, el 44% de las metas de la Agenda2030, distribuidas en los 17 ODS, dependen de la construcción y las actividades inmobiliarias, destacando que siete de los ODS se relacionan de forma directa e indirecta al sector construcción:

- **ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento:** Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
- **ODS 7: Energía asequible y no contaminante:** garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico:** Trabajo decente y crecimiento económico: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura:** Industria, innovación e infraestructura: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles:** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- **ODS 12 (indirecto): Consumo y producción responsable:** garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Relacionado a construcción, este objetivo se vincula a oportunidades de la construcción sustentable para utilizar principios circulares, en que sea posible aprovechar de forma óptima los recursos¹⁵. La construcción tiene un rol relevante en la prevención de residuos de la construcción, aplicando principios de “economía circular”, reducción, reutilización y reciclaje para evitar la pérdida de recursos. Algunos fabricantes de productos ya aplican estos principios, integrando el enfoque “de la cuna a la cuna” en que los residuos de un proceso se reintegran como insumo a nuevos ciclos de producción.
- **ODS 13: Acción por el clima:** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

14 Goubran 2019 On the Role of Construction in Achieving the SDGs. Disponible en: https://sustainability.hapres.com/htmls/JSR_1126_Detail.html

15 WorldGBC, 2019. Green Building & the Sustainable Development Goals. Disponible en: www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals

03

¿QUÉ ES LA
ECONOMÍA
CIRCULAR?

Economía Circular, de acuerdo a *Ellen MacArthur Foundation*¹⁶, es una nueva forma de diseñar, hacer y usar las cosas dentro de los límites del planeta. Este cambio de sistema involucra a distintos *stakeholders*: empresas, gobierno y personas, en distintas escalas: ciudades, productos y forma de trabajar.

La economía circular reconoce que la forma en que estamos haciendo las cosas bajo el sistema actual o “economía lineal”, basado en “tomar, hacer y desechar”, está alcanzando sus límites de recursos, y ya no funciona para la economía, medio ambiente y sociedad.

Por ello, se propone una disrupción al sistema, cambiando la economía lineal y la forma en que manejamos los recursos, fabricamos y utilizamos los productos, y lo que hacemos posteriormente con los materiales.

Así, la Economía Circular está basada en tres principios clave: Diseño libre de residuos y contaminación, mantener los productos y materiales en uso y regenerar los sistemas naturales.

FIGURA 5: PRINCIPIOS CLAVE DE LA ECONOMÍA CIRCULAR



DISEÑO LIBRE
DE RESIDUOS Y
CONTAMINACIÓN



MANTENER
PRODUCTOS Y
MATERIALES EN USO



REGENERAR
SISTEMAS
NATURALES

FUENTE: Ellen MacArthur Foundation 2020

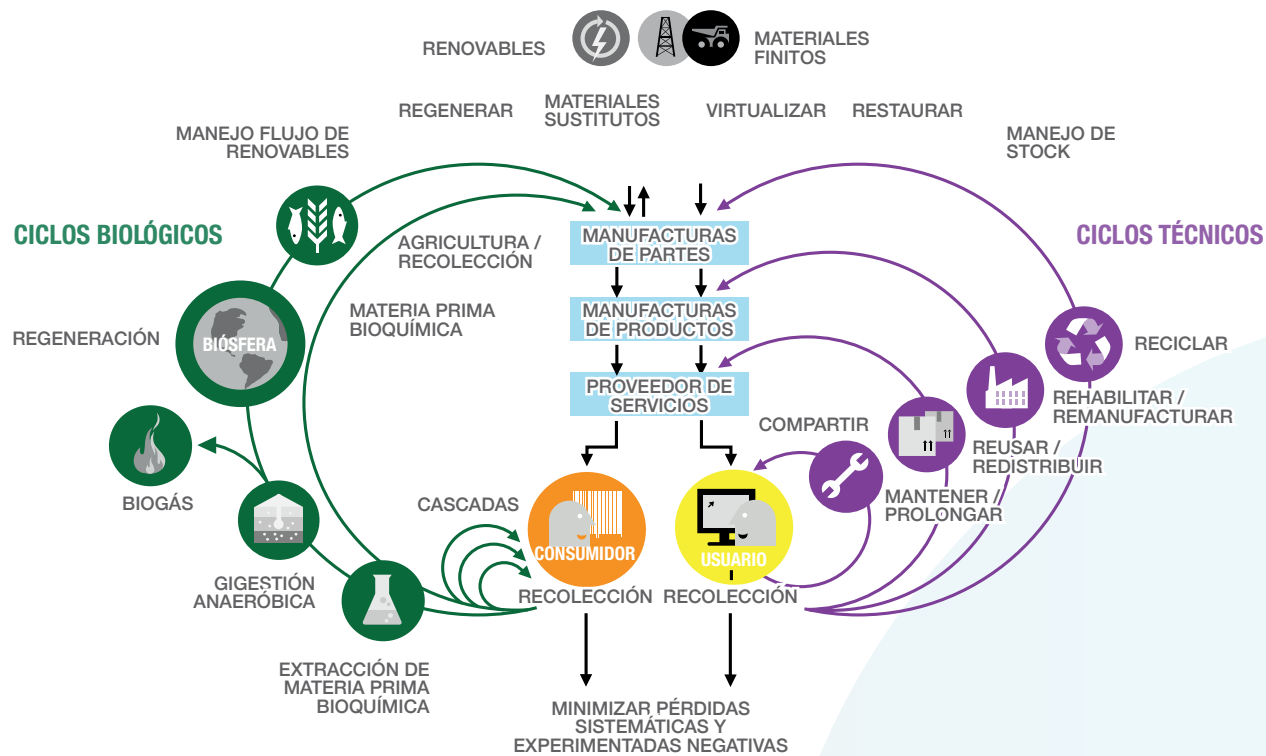
16 Ellen MacArthur Foundation, 2020. What is the circular economy? Disponible en: www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy

El principio de “Diseño libre de residuos y contaminación”, toma en consideración que las decisiones que se toman en la etapa de diseño, son determinantes para cerca del 80% de impacto ambiental generado de un producto. Al cambiar la perspectiva, considerando los residuos como flujo de recursos y aprovechando las nuevas tecnologías, se puede evitar la generación de residuos y contaminación desde el inicio de los proyectos o diseño de productos.

“Mantener productos y materiales en uso” busca evitar el desperdicio de recursos, propendiendo a mantener productos y materiales en la economía. Esto, mediante el diseño de productos y componentes que puedan ser reutilizados, reparados o re manufacturados. Y en el caso de productos de corto uso, se debe promover el retorno de los materiales de embalaje, etc., para que éstos no terminen en un vertedero.

“Regenerar sistemas naturales” es un principio que busca ir más allá de proteger el medio ambiente, intentando mejorarlo. Esto, considerando que en la naturaleza no existe el concepto de residuo o basura, sino que todo es alimento de otra cosa. Por ello, en vez de tratar de hacer menos daño al medio ambiente, se debe tratar de hacerle bien, por ejemplo retornando nutrientes al suelo y ecosistemas, para mejorar los sistemas naturales.

FIGURA 6: SISTEMA (O DIAGRAMA) MARIPOSA



FUENTE: Arup

Para ilustrar el sistema de Economía Circular, *Ellen MacArthur Foundation* desarrolló el diagrama “mariposa”, basado en que los flujos de materiales pueden ser divididos en dos ciclos que interactúan, los ciclos de recursos biológicos y técnicos. Dentro del ciclo biológico, se consideran los recursos renovables y vegetales, que se regeneran y devuelven de forma segura a la biosfera. Dentro del ciclo técnico, los productos son diseñados para que al fin de su vida útil, sus componentes puedan ser extraídos y reutilizados o remanufacturados en nuevos productos, evitando enviar residuos al vertedero, y creando un ciclo cerrado.

De acuerdo a “*The Circularity Gap Report 2020*”¹⁷, medición de referencia global, actualmente el mundo es 8,6% circular. Existen múltiples oportunidades de avanzar en economía circular, considerando que existen siete necesidades de la sociedad que son claves:

- 1. Vivienda e infraestructura
- 2. Servicios
- 3. Nutrición
- 4. Salud
- 5. Movilidad
- 6. Comunicaciones
- 7. Bienes de Consumo

17 Circle Economy, 2020. Circularity Gap Reporting. Disponible en: www.circularity-gap.world/2020



Vivienda e infraestructura es una de las necesidades habilitantes y de mayor huella de recursos, con 38.8 mil millones de toneladas, destinadas a construcción y mantenimiento de casas, oficinas, carreteras y otra infraestructura, especialmente en el mundo en desarrollo. Asimismo, existen relaciones entre estas necesidades de la sociedad y el desarrollo urbano, por ejemplo, la disponibilidad y oferta de servicios, demanda de movilidad, etc.

Por ello, se reconoce un rol muy relevante de las ciudades para la transición a la economía circular, como polos de innovación que concentran gran cantidad de recursos, capital, datos y talentos en áreas geográficas pequeñas, que puede facilitar la adopción de principios circulares.

La circularidad se relaciona directamente con la forma en que creamos y operamos ciudades, edificación e infraestructura.

Más información en: www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/cities-and-the-circular-economy

Se estima que la economía circular podría generar \$4.5 billones de producción económica adicional para 2030, según una nueva investigación de *Accenture* que identifica modelos de negocio circulares que ayudarán a disociar el crecimiento económico y el consumo de recursos naturales, al tiempo que impulsa una mayor competitividad¹⁸.

18 Accenture, 2015. Newsroom. Disponible en: <https://newsroom.accenture.com/news/the-circular-economy-could-unlock-4-5-trillion-of-economic-growth-finds-new-book-by-accenture.htm#:~:text=The%20Accenture%20Strategy%20research%20unveiled,of%20natural%20resources%20by%202030.>

04

**ECONOMÍA
CIRCULAR EN
CONSTRUCCIÓN**

El sector construcción ha operado históricamente bajo un modelo lineal que se basa en grandes cantidades de materia prima y energía de bajo costo y fácil acceso. Al mismo tiempo, es una industria altamente ineficiente en términos de uso de recursos y aprovechamiento de los materiales a lo largo de toda la cadena de valor¹⁹ (algunos ejemplos de estas ineficiencias se pueden ver en la figura 7).

A nivel nacional, los grandes volúmenes de residuos generados al año y los problemas asociados a la extracción ilegal de áridos, son solo parte de la compleja problemática del sector construcción en términos de sus impactos ambientales, económicos y sociales. Es un modelo que no es sustentable por mucho tiempo más.

Para reducir estas ineficiencias, cada actor dentro de la cadena de valor debe evaluar su rol/producto/servicio y analizar cómo puede crear mayor valor en lugar de residuo²⁰.

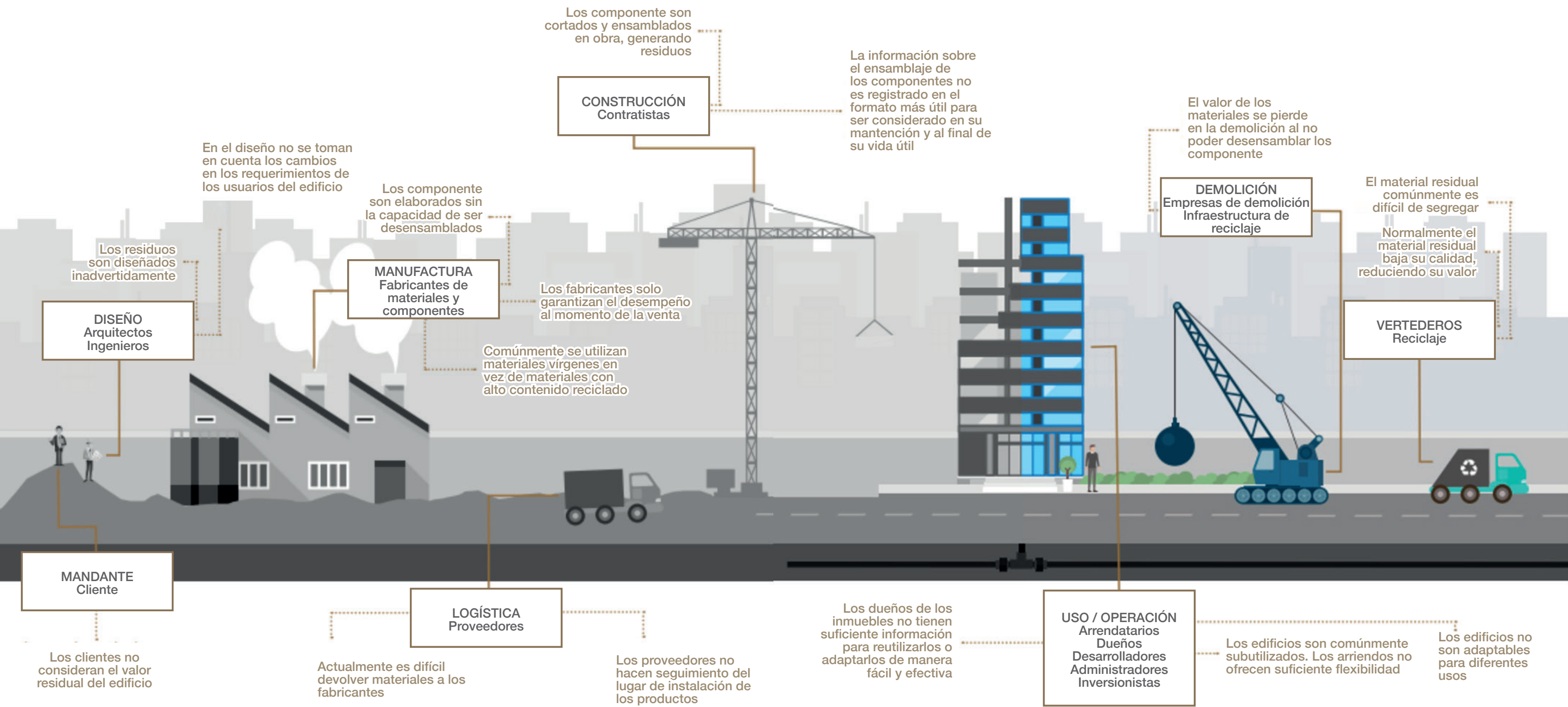
La Economía Circular aparece como una alternativa viable, donde se reusa todo lo que sea posible y donde los productos son diseñados para ser usados y reutilizados, usando energía renovable. Estos principios aplicados a la industria de la construcción traen consigo una serie de beneficios costo-eficientes, con implicancias muy significativas en términos económicos y ambientales como por ejemplo, ahorros en energía, ahorros en costos de disposición final y reducción de emisiones, por mencionar algunos²¹.

19 WEFa, 2016.

20 Arup & Bam, 2018. Circular Business Models for the built environment. Disponible en: www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment

21 WEFa, 2016

FIGURA 7: EXTERNALIDADES E INEFICIENCIAS DURANTE EL PROCESO DE DESARROLLO DE UNA EDIFICACIÓN



FUENTE: Arup & Bam, 2018.



APOYAR EL BIENESTAR HUMANO Y DE LOS SISTEMAS NATURALES

FUENTE: SHUTTERSTOCK



GUIADO POR EL PENSAMIENTO SISTÉMICO

FUENTE: SHUTTERSTOCK

¿Qué características puede tener el entorno construido bajo conceptos de economía circular?

El reporte desarrollado por Arup y *Ellen MacArthur Foundation 2019*²² analiza e identifica ciertas características que debe tener el entorno construido bajo conceptos de economía circular, planteando una visión que se describe a continuación.

APOYAR EL BIENESTAR HUMANO Y DE LOS SISTEMAS NATURALES

- Proveer estándares de habitabilidad, salud y bienestar, restaurando los sistemas naturales.
- Los usuarios de los edificios pueden mejorar su salud y productividad.
- Existe abundancia de materiales, sin degradación ambiental.

GUIADO POR EL PENSAMIENTO SISTÉMICO

- La toma de decisiones en la cadena de valor del entorno construido están guiadas por modelos que se basan en datos y retroalimentación de interacciones entre edificios, infraestructura, usuarios y la biosfera, así como los cambios a lo largo del tiempo. Los modelos consideran aspectos económicos, ambientales y sociales.

²² Arup, 2019. From Principles to Practices: First steps towards a circular built environment. Disponible en: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/First-steps-towards-a-circular-built-environment-2018.pdf>.

APROVECHA LA TECNOLOGÍA DIGITAL PARA COLABORACIÓN

- La tecnología y digitalización proporciona plataformas accesibles para facilitar el intercambio de activos y la gestión de edificios y materiales.
- Las aplicaciones inteligentes y las prácticas innovadoras virtualizan muchos servicios prestados actualmente por el entorno construido, a medida que más personas compran en línea y trabajan desde casa.

PLANIFICACIÓN URBANA INTEGRAL

- El diseño general del espacio ayuda a la conformación de comunidades resilientes y prósperas, con nuevos modelos de negocios para estimular el crecimiento y abordar la congestión y la contaminación. La naturaleza se convierte en parte de las áreas urbanas, mejorando la calidad del aire, moderando temperaturas extremas y apoyando el bienestar humano.

PLANIFICACIÓN URBANA HOLÍSTICA

FUENTE: SHUTTERSTOCK



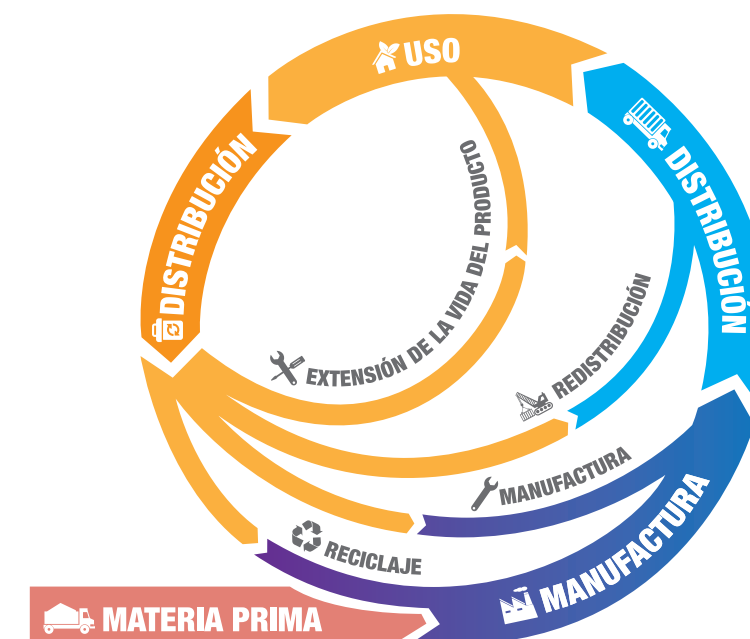
CICLOS Y FLUJOS CONTINUOS DE MATERIAL

- Los materiales de construcción al fin de su vida útil, pueden ser retornados a los proveedores, para su reutilización, involucrando a los ocupantes del edificio y los operadores de infraestructura.
- El uso de materiales es de forma cíclica, priorizando los no tóxicos, reduciendo la contaminación y el consumo de materia prima virgen.

DISEÑO PARA MANTENIMIENTO Y DECONSTRUCCIÓN

- Los edificios están diseñados para permitir el mantenimiento, la reparación y la reutilización en todas las etapas del ciclo de vida (incluida la operación y fin de la etapa de operación).
- Se consideran técnicas como la construcción modular, industrialización y prefabricación, que minimizan la generación de residuos durante las etapas de construcción y deconstrucción.

FIGURA 8: CICLOS Y FLUJOS DE MATERIALES AL INTERIOR DE LA INDUSTRIA



FUENTE: Arup, 2019

EDIFICIOS PRODUCTIVOS FLEXIBLES

- Los edificios satisfacen sus propias necesidades de energía y agua mientras que la generación de residuos se reduce drásticamente gracias a los productos circulares.
- Las tasas de utilización interna aumentan gracias a espacios compartidos, flexibles y modulares.

SISTEMAS INTEGRADOS DE INFRAESTRUCTURA

- Las redes integradas de agua, energía y residuos priorizan los sistemas naturales y se pueden usar con mayor intensidad a medida que la gestión inteligente reduce los *peaks*, haciendo uso de la capacidad disponible durante todo el día.

Para reducir estas ineficiencias, cada actor dentro de la cadena de valor debe evaluar su rol/producto/servicio y analizar cómo puede crear mayor valor en lugar de residuo²³.

23 Arup & Bam, 2018. Circular Business Models for the built environment. Disponible en: www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment

Modelo de circularidad en el ciclo de vida de la construcción

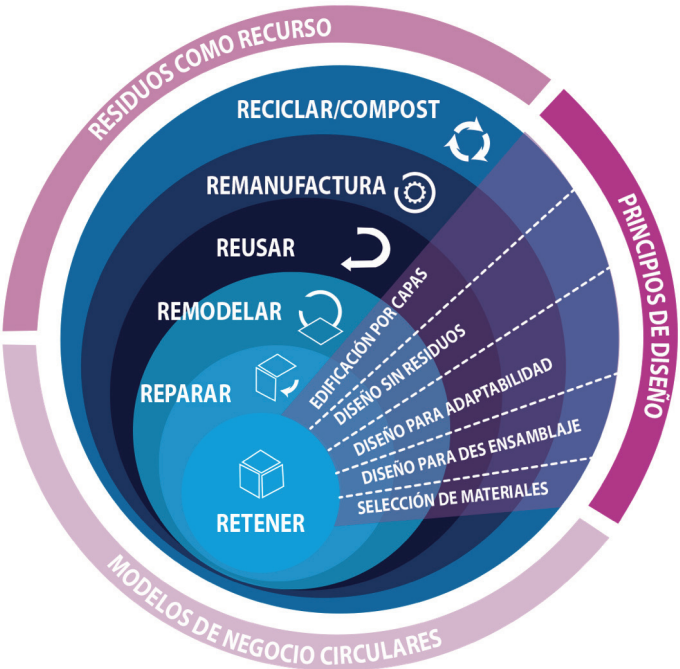
A través del pensamiento sistémico abarcando toda la cadena de valor de la industria de la construcción, es posible incorporar el modelo de circularidad, considerando que las decisiones de las etapas tempranas del proyecto, especialmente de diseño, impactarán en las etapas futuras.

Incorporar los principios de circularidad mediante un enfoque sistémico, en etapas tempranas de un proyecto, puede resolver las ineficiencias que se dan a lo largo de su proceso de desarrollo en las distintas etapas del ciclo de vida.

Uno de los principales objetivos de la economía circular es el retener los materiales en el ciclo de vida el mayor tiempo posible, para lo cual es posible aplicar principios de diseño en etapas tempranas de un proyecto(ver figura 9), tales como:

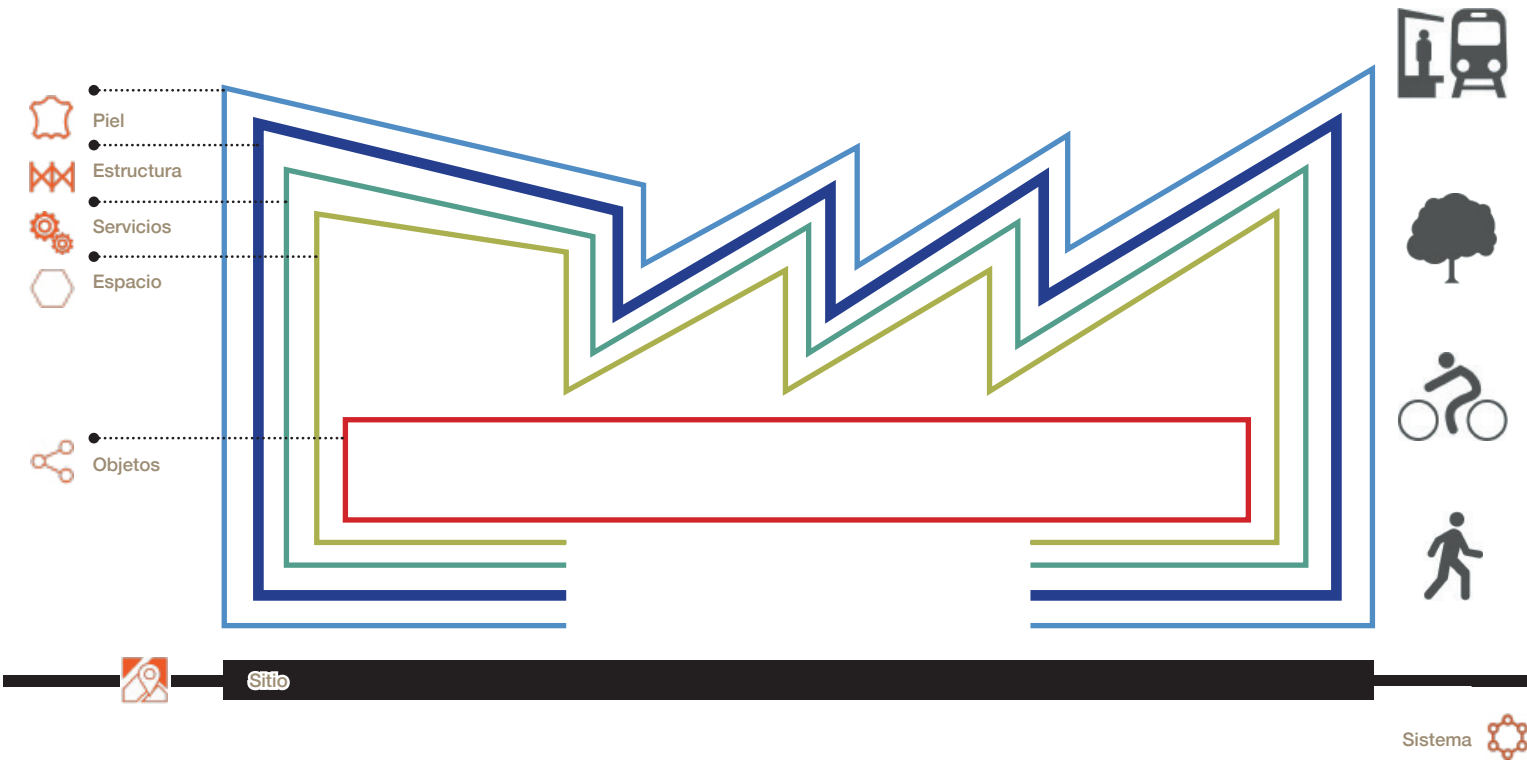
- Edificación por capas, considerando que la durabilidad el ciclo de vida desciende desde sistema, sitio, estructura, envolvente, servicios, espacios, equipamiento y muebles.
- Diseño sin residuos, considerando ecodiseño y estrategias para optimizar el uso de materiales, evitando mermas.
- Diseño para la adaptabilidad, que permita adaptarse a las necesidades cambiantes en el tiempo y flexibles para que puedan cambiar su uso (por ejemplo, cambiar desde ser un edificio industrial a un loft u oficina).
- Diseño para desensamblaje, con diseño modular que permita desmontar partes y piezas, y habilitar transporte o adaptaciones.
- Selección de materiales acorde a sus atributos de sustentabilidad, durabilidad, contenido reciclado, etc.

FIGURA 9: MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL AMBIENTE CONSTRUIDO



FUENTE: RICS, 2016.

FIGURA 10: EDIFICACIÓN POR CAPAS. ESQUEMA 7S DE ARUP



FUENTE: ARUP, 2019.

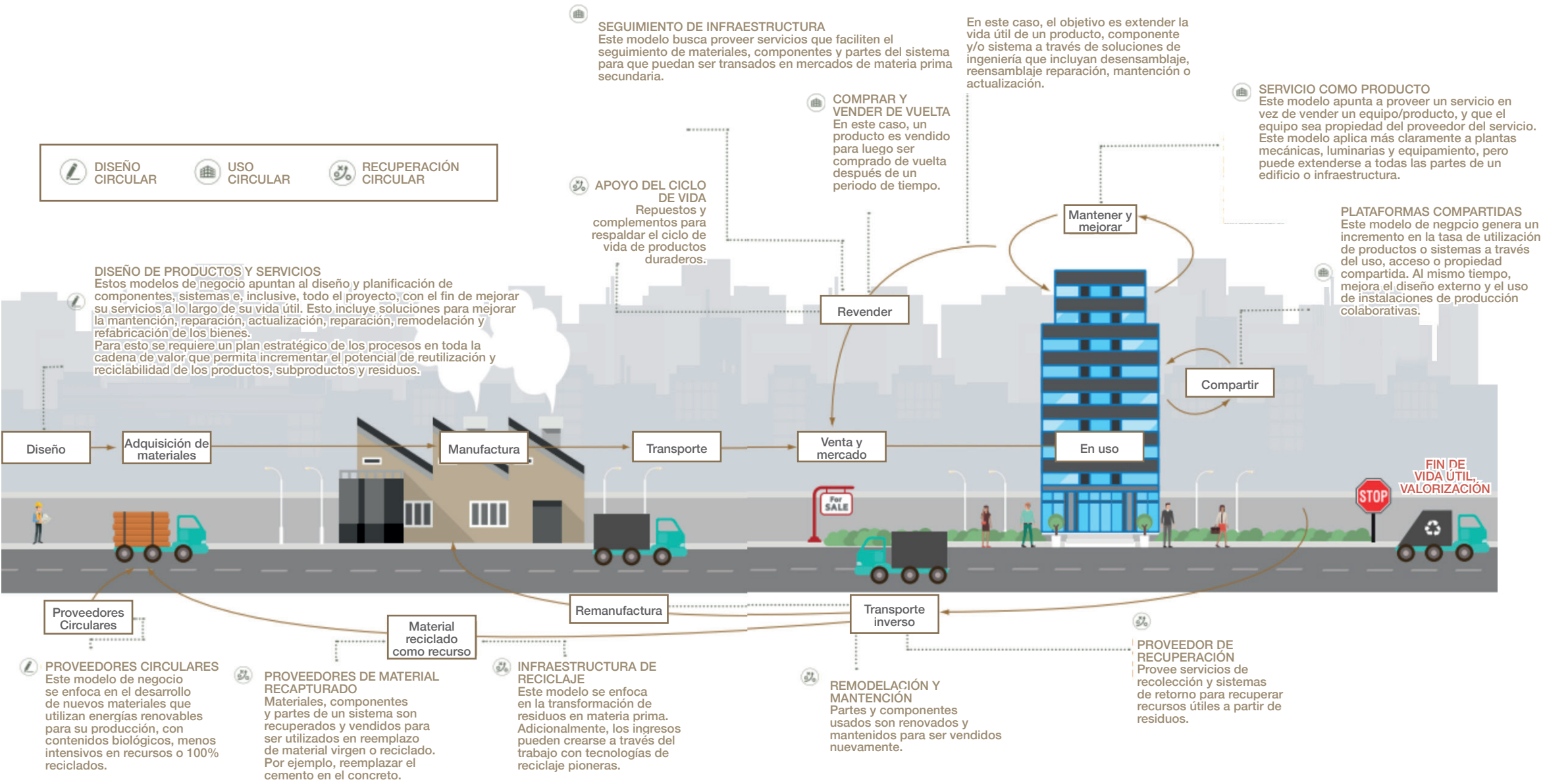
Asimismo, existen múltiples oportunidades para ver los residuos como recurso, y habilitar el desarrollo de modelos de negocio circulares.

Modelos de negocio circulares

La incorporación de la circularidad en la construcción abre múltiples oportunidades para el desarrollo de nuevos modelos de negocio en las distintas etapas del ciclo vida de la industria, los que pueden operar de forma individual o colaborativa. El éxito de estos modelos va a requerir la acción por parte de diseñadores, proveedores de materiales, proveedores de servicios, contratistas y compañías de demolición y reciclaje, los que compartirán no solo materiales, sistemas y energía, sino que también información y servicios.

La diversidad de modelos de negocios se pueden clasificar en tres categorías: **diseño circular**, **uso circular** y **recuperación circular**, los que están vinculados a las respectivas etapas del ciclo de vida de un proyecto²⁴. En el caso de diseño circular, se refiere a aquellos modelos de negocio circulares que apuntan al desarrollo de un producto, material, servicio o proyecto con criterios de circularidad desde etapas tempranas. Los modelos de negocio de uso circular apuntan a maximizar la circularidad durante la etapa de uso de un producto, material, servicio o proyecto. Por su parte, los modelos de recuperación circular se enfocan en la circularidad de dichos elementos una vez finalizada su vida útil.

FIGURA 11: POTENCIALES MODELOS DE NEGOCIOS CIRCULARES A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN



FUENTE: Arup & Bam, 2018.

24 Arup & Bam, 2018.

Factores habilitantes para la aplicación de la economía circular y potenciales resultados

Para maximizar el valor de una economía circular, se necesitarán diversos factores habilitantes. Generalmente, estos factores se clasifican en tres categorías: diseño, información y colaboración. Como resultado, se creará valor adicional durante la operación, con beneficios en el valor de los bienes construidos y en la generación de residuos²⁵.

FIGURA 12: FACTORES HABILITANTES Y POTENCIALES RESULTADOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR



FUENTE: Arup & BAM, 2018

25 Arup & Bam, 2018.

Economía circular en construcción y el *Resolve Framework*

A nivel internacional, en los últimos 50 años se han desarrollado diversos marcos conceptuales y metodológicos para explicar e implementar la economía circular. Dentro de ellos por ejemplo, se encuentra el marco conceptual de "las erres"²⁶ y el *Resolve Framework* como marco metodológico de aplicación.

El concepto de la erres son niveles básicos o estrategias a considerar para aumentar la circularidad en cualquier tipo de industria.

FIGURA 13: ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR ("LAS ERRES")



FUENTE: WEF, 2018.

26 WEF, 2018. Circular Economy in Cities. Evolving the model for a sustainable urban future. Disponible en: www3.weforum.org/docs/White_paper_Circular_Economy_in_Cities_report_2018.pdf

Por su parte, el *Resolve Framework* es un marco metodológico propuesto en el reporte “*Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe*” por Ellen MacArthur Foundation, McKinsey & Co., and SUN en 2015²⁷, que identifica seis alternativas o estrategias diferentes en que las organizaciones y los gobiernos pueden pensar en la aplicación de la circularidad en sus operaciones, proyectos o negocios, con criterios de crecimiento. Las estrategias del Resolve Framework pueden tener resultados positivos ya sea aplicando solo una o varias de las siguientes acciones:

- **REGENERATE:** Regenerar
- **SHARE:** Compartir
- **OPTIMISE:** Optimizar
- **LOOP:** Repetir - Ciclos
- **VIRTUALISE:** Virtualizar
- **EXCHANGE:** Intercambiar

27 Ellen MacArthur Foundation et al., 2015. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Disponible en: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf



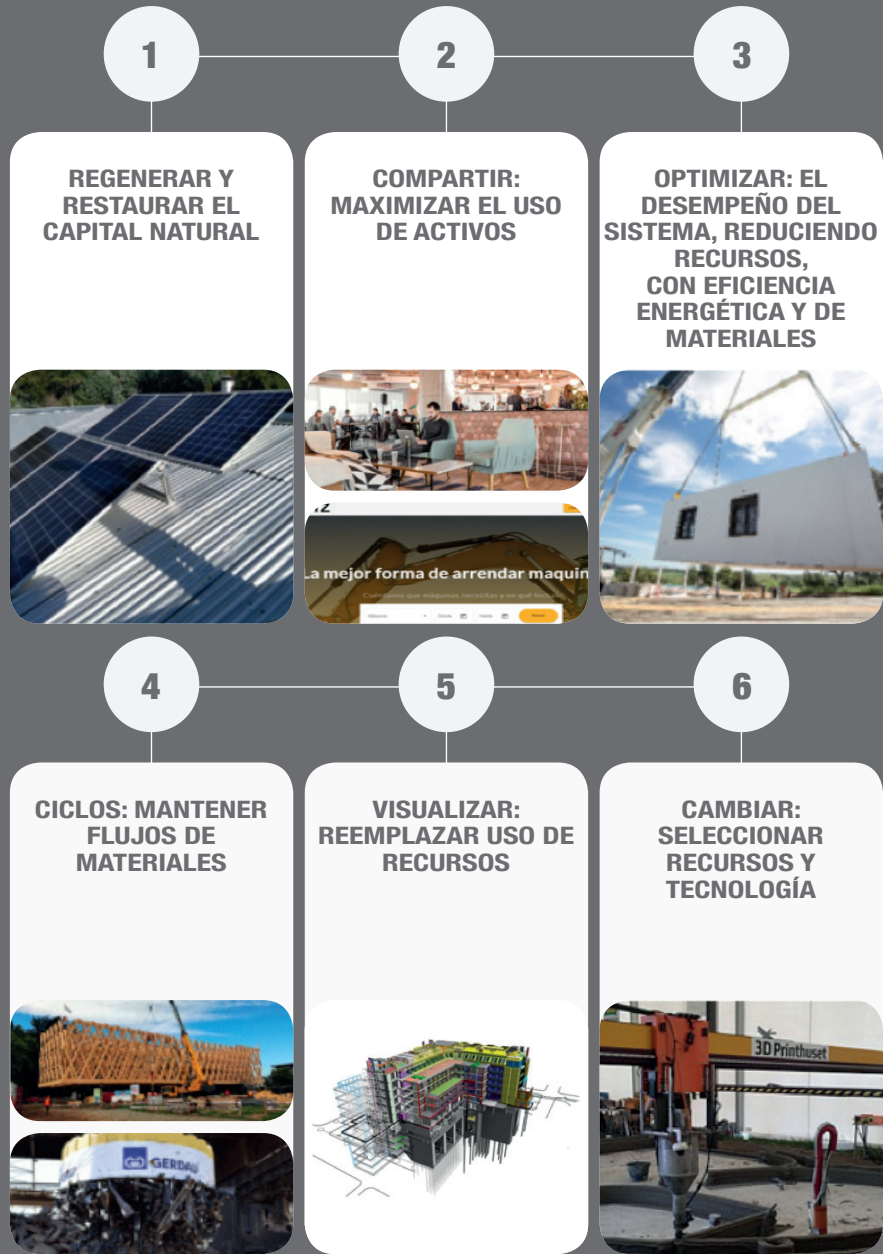
FIGURA 14: ÁMBITOS DEL *RESOLVE FRAMEWORK*



FUENTE: ARUP, 2016.

La circularidad y potencial de aplicación del *Resolve Framework* ha sido analizada en Europa en sectores como transporte, comida y medio construido, con importantes beneficios económicos en relación al ahorro de costos en el corto, mediano y largo plazo, dependiendo del sector.

El *Resolve Framework*, fue aplicado al sector construcción en el proyecto denominado “Co-project “circularity in the built environment: case studies 2016”²⁸ identificando casos y proyectos, con aplicaciones de la circularidad. A continuación se presentan en detalle los seis ámbitos y se ejemplifican con casos identificados en Chile, lo que sirve de referente para visualizar el potencial de aplicación en la industria nacional.



28 CE100, 2016. Circularity in the built environment: case studies. Disponible en: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Built-Env-Co.Project.pdf



FUENTE: SHUTTERSTOCK



FUENTE: SHUTTERSTOCK



Regenerar

REGENERANDO Y RESTAURANDO EL CAPITAL NATURAL POR

- Conservar, restaurar y aumentar la resiliencia de los ecosistemas.
- Devolver nutrientes biológicos valiosos de manera segura a la biosfera (por ejemplo, a través de digestión anaeróbica o compostaje).

APLICACIÓN DEL CONCEPTO EN EL ENTORNO CONSTRUIDO

- Uso de energía renovable para alimentar edificios (solar, eólica, geotérmica, biomasa, etc.), incluye edificios como “generadores de energía” (por ejemplo, paneles solares en techos)
- Restauración de terrenos (salvar tierras vírgenes, construir en terrenos abandonados, recuperación de terrenos, etc.)
- Recuperación de recursos (incorporación de equipamiento para regenerar residuos orgánicos, producción de compost, etc.)
- Sistemas de producción renovables (producción de biogás, producción de electricidad, etc.)
- Desarrollo de proyectos con techos y fachadas verdes, que den continuidad a corredores biológicos.



Caso regeneración de capital natural - Edificio MUT
Las Condes, Santiago
186.886 m² construidos
Empresa: Territoria Apoquindo S.A.
Año: 2021
Link(s) de interés: www.mut.cl

DESCRIPCIÓN

El Proyecto MUT cuenta con distinto ejes de circularidad concebidos desde su diseño. Destaca su concepto de Edificio parque que posibilita la densificación urbana de forma sustentable; su enfoque en la reducción de Residuos, su clasificación, compactación de reciclables, tratamiento de residuos orgánicos en biodigestor (generación de energía y fertilizante), y generación de biomasa. La climatización se regula a través del uso de agua de napas subterráneas (sin consumo de agua). La ventilación se controla a través de tomas de aire fresco para renovación de aire interior desde terrazas sombreadas. El riego y mantención de sus áreas verdes se realiza sin agua potable, con captura de agua lluvia, agua condensada de humedad ambiental, agua gris reciclada y utilizando fertilizante líquido del biodigestor. La energía se obtiene 100% de fuentes renovables, en parte generada on-site a partir de la generación de biogás (biodigestor) y en mayor medida a partir de un contrato de suministro de energía 100% de fuentes renovables. Finalmente, parte de sus materiales fueron reutilizados de desechos de construcción recuperados en terminaciones de interiorismo.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Desde el punto de vista medioambiental, los beneficios percibidos son la eliminación de basura dispuesta en vertederos; la reducción de consumo de energía en un 32%; una mejor calidad de aire por ventilación aumentada y una reducción en el consumo de agua de un 70%.

Desde el punto de vista económico, la generación de múltiples “primeros pisos” aumenta el valor de áreas comerciales en distintos niveles.



Caso Humedal en Cubierta de Edificio – BioArq®
Providencia, Santiago.
138 m2 de techumbre
Mandante: Coworking Santiago S.A.
Año: 2017
Link(s) de interés: www.bioarq.cl/cubiertas%20ecologicas.htm
Reportaje City Tour Canal 13: www.youtube.com/watch?v=nNHb6lub6J8&feature=youtu.be

DESCRIPCIÓN

BIOARQ® SpA, desarrolla modelos de sostenibilidad ambiental cuyo principal objetivo es devolver ecosistemas acuáticos y/o humedales a zonas urbanas. La experiencia pionera en Chile de construcción de humedales en altura, posee una singularidad única de generar un ecosistema acuático en edificios, lo que otorga un sello verde de sustentabilidad a las nuevas edificaciones.

Además, a través de una alianza estratégica con una empresa de tratamiento de aguas, permitirá reutilizar las aguas para uso en nuestros humedales en altura.

Adicionalmente, BioArq® está desarrollando un proyecto Innova Corfo cuyo objetivo es generar jardines de muy bajo consumo hídrico para la zona norte de Chile, debido a la escases de agua y áreas verdes en dicha zona.

RESULTADOS/BENEFICIOS

A través del desarrollo de cubiertas vegetales y ecosistemas acuáticos ha sido posible regenerar flora y fauna silvestre en condición de vulnerabilidad ambiental, además la incorporación de peces de pequeño tamaño ha permitido controlar insectos no deseados, como mosquitos (zancudos). Otro beneficio ha sido la reproducción de algunos tipos de algas y vegetación palustre que capturan gran cantidad de dióxido de carbono y generan oxígeno. El humedal en altura actúa como un regulador de temperatura y aislante térmico, lo que permite reducir el consumo eléctrico asociado a climatización, y prolonga la vida útil de la lámina impermeabilizante. Además, permite usar pendiente cero en las techumbres, lo que disminuye el consumo de materiales como sobrelosas y cerchas. Finalmente, los humedales actúan como captadores de aguas lluvias, las que se pueden almacenar para su uso futuro, de manera de lograr un uso más eficiente de los recursos hídricos.



Compartir

MAXIMIZAR LA UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO POR

- Compartir el uso de activos (por ejemplo, a través de esquemas de intercambio o plataformas de intercambio)
- Reutilización de activos (por ejemplo, mediante reventa, redistribución)

APLICACIÓN DEL CONCEPTO EN EL ENTORNO CONSTRUIDO

- Uso compartido residencial (arriendo compartido, modelo *rental*, *multifamily*, *senior suites*, etc.)
- Infraestructura compartida (estacionamientos comunes, servicios compartidos, áreas verdes comunes, etc.).
- Compartir herramientas, maquinaria y electrodomésticos (Por ejemplo, salas de lavandería).
- Vehículos y bicicletas compartidas.
- Co-vivienda, *rental*, etc.
- Oficina compartida, *cowork*.
- Maquinaria de construcción compartida.



Caso oficinas compartidas CoWork
Link(s) de interés: www.wework.com/es-LA/l/santiago-de-chile
www.workcafe.cl
www.cdt.cl/cdt-work
nubecowork.biz

DESCRIPCIÓN

Las diversas iniciativas de cowork apuntan a desarrollar un modelo de trabajo donde profesionales independientes, emprendedores y pymes de diferentes sectores, comparten un mismo espacio físico de trabajo acorde a sus necesidades, en el que pueden desarrollar sus proyectos profesionales ya sea de manera conjunta o independiente. Estos espacios permiten compartir, entre otras cosas, conexión wifi, servicios de impresión, salas de reuniones y equipos audiovisuales. Algunos ejemplos de cowork a nivel nacional son WeWork, Work/Café Santander, CDT Work y CoWork Nube, este último ubicado en Valdivia.

RESULTADOS/BENEFICIOS

El principal beneficio de este tipo de iniciativas es que una misma infraestructura, de manera coordinada, puede ser utilizada por una gran cantidad y variedad de profesionales, maximizando la utilidad de sus espacios.

Esto reduce, a su vez, la necesidad de empresas, emprendimientos y profesionales independientes de contar con espacios propios de trabajo, reduciendo costos de arriendo, mantención y compra de equipos, lo que hace más rentable sus actividades.



Caso arriendo de maquinaria para la construcción - Rentz
Link(s) de interés: www.rentz.cl/#

DESCRIPCIÓN

La empresa Rentz es un emprendimiento que apoya a constructoras a arrendar maquinaria pesada de forma fácil, rápida y online, ahorrándoles tiempo y dinero al encontrar la máquina que cumpla con todos los requisitos solicitados. Este ahorro en tiempo y dinero es posible ya que Rentz centraliza la información de más de 2.000 proveedores calificados a lo largo de todo Chile.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Este modelo de negocio permite aumentar la utilización de activos, reduciendo el impacto de adquirir nueva maquinaria para realizar cada faena de construcción. Es un servicio que apunta a aumentar la eficiencia y reducir los plazos de construcción de las empresas constructoras.

Otras ventajas de arrendar maquinaria pesada son evitar la obsolescencia tecnológica, evitar mantenciones preventivas o correctivas, posibilidad de ocupar la máquina sólo cuando se requiera, optar a nuevos modelos de maquinarias y evitar la subutilización de activos.



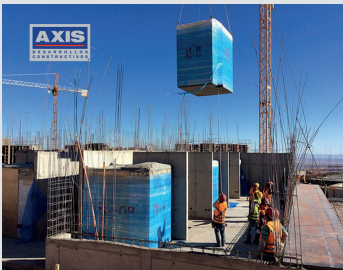
Optimizar

OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL SISTEMA POR

- Prolongación del período de uso de los productos (por ejemplo, mediante reparación / mantenimiento, diseño para durabilidad y capacidad de actualización)
- Disminución del uso de recursos (por ejemplo, aumento de la eficiencia, diseño libre de residuos)
- Optimizar el sistema logístico a través de la implementación de logística inversa.

APLICACIÓN DEL CONCEPTO EN EL ENTORNO CONSTRUIDO

- Industrialización, producción fuera del sitio (prefabricación).
- Diseño urbano inteligente (usar terrenos baldíos dentro de la ciudad, promoviendo un crecimiento urbano compacto, entornos urbanos de alta calidad, desarrollo urbano integrado, sostenible y participativo).
- Eficiencia energética (integración con el ambiente, envolvente, equipos, etc.)
- Eficiencia hídrica (Reducir consume, recirculación de agua, reutilización de aguas grises, etc.
- Eficiencia en materiales (renovables, reciclados, sin componentes tóxicos, baja energía incorporada).
- Reducción en transporte.



Caso baños prefabricados - AXIS/
Echeverría Izquierdo
Link(s) de interés: www.axisdc.cl/ei.cl



DESCRIPCIÓN

Los baños prefabricados consisten en la producción en serie de estos elementos en una fábrica, de forma paralela a la obra, en un ambiente controlado donde se manejan con exactitud los detalles constructivos, materiales y plazos. Una vez elaborados los baños, se trasladan a obra para su correspondiente montaje, donde solo se deben realizar la conexión de las instalaciones.

Este tipo de producción implica un trabajo colaborativo en una fase temprana, con la participación de diversos actores de las distintas etapas de desarrollo del proyecto, donde se debe coordinar el diseño de baños, los materiales y proveedores, la producción en fábrica, los controles de calidad a implementar y el montaje en obra.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Uno de los principales beneficios de la prefabricación de baños es la reducción de los costos asociados a su construcción en obra y posterior postventa, eliminando costos por concepto de reparaciones, bodegaje, instalación de faenas, supervisión en terreno, etc.

Otro de los beneficios sustanciales es la reducción en los tiempos de montaje de baños prefabricados versus el tiempo de construcción (45 min por baño versus 1 a 2 meses por baño respectivamente).

Finalmente, otros beneficios a destacar es la eficiencia en el uso de los materiales (menos pérdidas), la reducción en la generación de residuos y el aumento de la seguridad en obra.



Caso fachada prefabricada – Edificio Galia
Temuco, Chile
Empresa: Schmidt Restrepo Arquitectos
Año: 2017
Link(s) de interés: <https://edificiogalia.cl/inmo21>



DESCRIPCIÓN

El edificio Galia, en Temuco, implementó la prefabricación de sus paneles de revestimiento de alta calidad, elaborados de forma modular en fábrica. Una vez prefabricados, los paneles se van a obra para su montaje, donde son íntegramente terminados asegurando su total hermeticidad y estanqueidad, lo que se traduce en una mejora significativa de la aislación al eliminar los puentes térmicos.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Dentro de los beneficios de la prefabricación de elementos constructivos se encuentra el aumento en la precisión de los detalles, mayor eficiencia en el uso de los materiales, reducción de pérdidas y residuos, reducción de los costos asociados a su construcción en obra, reducción en los tiempos de instalación y menor necesidad de mano de obra, entre otros.



Ciclos

MANTENER PRODUCTOS Y MATERIALES EN CICLOS POR

- Reconstrucción y restauración de productos y componentes (por ejemplo, a través del diseño para desmontaje).
- Reciclaje de materiales (por ejemplo, mediante la elección correcta de materiales en el proceso de diseño para garantizar la reciclabilidad).

APLICACIÓN DEL CONCEPTO EN EL ENTORNO CONSTRUIDO

- Optimización del final de la vida útil del edificio / materiales (durabilidad, mantenimiento, reparación, remodelaciones, eliminación, deconstrucción, reutilización, etc).
- Modularidad del edificio (técnicas de construcción modular, volúmenes de usos múltiples, flexibilidad en edificios, etc.).
- Remanufactura de materiales (demolición pieza por pieza, bancos de materiales, administración de existencias).



Caso rehabilitación de infraestructura abandonada - Núcleo Ochagavía Pedro Aguirre Cerda, Santiago.
85.000m2 rehabilitados
Empresa: Sabbagh Arquitectos/EBCO
Año: 2017
Link(s) de interés: www.megacentro.cl/nuestros-centros/megacentros-region-metropolitana/nucleo-ochagavia

DESCRIPCIÓN

Núcleo Ochagavía es uno de los proyectos de rehabilitación más importante realizados en Chile, utilizando la infraestructura del hospital Ochagavía (o Elefante Blanco) que inició su construcción en los años 70 y quedó abandonado por más de 40 años.

El proyecto Núcleo Ochagavía tuvo como base reciclar la abandonada estructura de cerca de 85.000 m2, para ser rehabilitada como un importante centro logístico, con áreas de bodegas, oficinas, espacios comerciales y de servicios, como el registro civil.

Destaca su estrecho vínculo con la comunidad aledaña a través de un exitoso proceso de participación ciudadana, haciéndola protagonista desde el diseño del proyecto y durante todo su desarrollo.

RESULTADOS/BENEFICIOS

En materia de circularidad, una de las principales virtudes de este proyecto es la prolongación de la vida útil de la estructura original. Esto conlleva una serie de beneficios, entre ellos: evita la extracción y utilización de materia prima virgen, evita la generación de cientos de toneladas de residuos de demolición, acorta considerablemente los plazos de construcción e implica una importante reducción de costos en términos de compra de materiales, contratación de mano de obra, y transporte y disposición final de residuos, por mencionar algunos.

Finalmente, el involucramiento temprano y permanente de la ciudadanía permite su integración al barrio como un componente más del entorno social.



Caso construcción modular - Hospital Modular de Transición El Salvador Providencia, Santiago
7.864 m2 ensamblados
Empresa: TecnoFast S.A.
Año: 2019-2020
Link(s) de interés: <https://tecnofast.cl/rental>



DESCRIPCIÓN

Este proyecto consiste en la instalación de un sistema modular de transición, compuesto por más de 500 unidades, que da forma a un edificio funcional con todos los requisitos técnicos del Ministerio de Salud. Estos módulos son arrendados por el tiempo que dure la construcción definitiva del hospital (48 meses) módulos que, una vez finalizado el periodo de arrendamiento,

son desmontados y pasan a ser parte de la flota de la empresa para ser utilizados en otros proyectos.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Los principales beneficios de los sistemas de construcción modular son su rapidez y eficiencia, pudiendo destinarse tanto para usos definitivos como provisorios. En el caso del Hospital modular de transición El Salvador, estuvo operativo para su uso en solo 6 meses. Su montaje y desmontaje genera una mínima cantidad de residuos, además de alargar la vida útil de los módulos al ser reutilizados posteriormente en otros proyectos, disminuyendo así la necesidad de contar con nuevos materiales.



Caso retiro y reciclaje de chatarra - AZA/Codelco
Link(s) de interés: www.aza.cl

DESCRIPCIÓN

En 2018, Aceros AZA instaló una faena en la mina El Teniente de Codelco para retirar la chatarra generada por el proceso minero. Hasta la fecha, se han retirado y reciclado 39.000 toneladas de chatarra las que se han fundido en la Planta Colina para producir productos nuevos de acero. De ellos, El Teniente utiliza al mes alrededor de 200 toneladas de barras helicoidales, componente del perno Saferock, producto que se destina al reforzamiento de túneles mineros y taludes. Además, consume mallas de acero y barras de refuerzo para hormigón en sus obras civiles.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Los beneficios de esta asociación son para ambas partes. En el caso de AZA, se cuenta con una fuente estable para un volumen de chatarra considerable y de calidad. Por su parte, El Teniente dispone adecuadamente, y en forma amigable con el medio ambiente, la chatarra ferrosa que genera y, a la vez, utiliza componentes elaborados a partir de material reciclado, disminuyendo la necesidad de extracción de materia prima virgen. Esto le permite cumplir con las exigencias de los mercados internacionales respecto de ofrecer un producto sostenible ambientalmente.



Caso gestión y reciclaje de poliestireno - Poliestirec
Link(s) de interés: www.poliestirec.cl

DESCRIPCIÓN

El proyecto Poliestirec nace a partir de un programa de innovación abierto de la empresa constructora AXIS, llamado AxisOpenLab. El proyecto nace como una solución a la acumulación de basura y residuos de la construcción en el sur de Chile y busca, a partir de la gestión y reciclaje del poliestireno expandido residual (EPS), o “plumavit”, transformarlo en pintura y otros recubrimientos de calidad.

De esta forma, Poliestirec cierra el ciclo de vida del poliestireno, valorizando un desecho contaminante y eliminándolo del medio ambiente.

RESULTADOS/BENEFICIOS

A través de la gestión y reciclaje del poliestireno, no solo se elabora materia prima útil sino que además se reducen los impactos asociados a la acumulación y disposición inadecuada de residuos. En cifras, Poliestirec recupera cerca de 4500 kg de EPS en un mes (equivalente a 225 m3) y evita la emisión de 14 toneladas de CO2 equivalente, pudiendo aumentar esta capacidad a 5730 kg de EPS y 18 toneladas de CO2 mensuales.



Caso paneles aislantes con textil reciclado - Ecofibra
Link(s) de interés: www.ecofibrachile.cl/index.html

DESCRIPCIÓN

Ecofibra Chile nace en la región de Tarapacá como una solución a la gran cantidad de toneladas de ropa usada acumulada en vertederos ilegales de la zona. De esta forma, su producto se basa en la transformación de residuos textiles en materia prima para la elaboración de paneles de aislación térmica y acústica con cualidades muy singulares.

Además, se ha desarrollado un panel tipo SIP cuya alma está compuesta de fibras recicladas, que además de cumplir con el propósito de aislamiento térmico/acústico, posee un sistema de instalación de la canalización eléctrica mucho más amigable, a diferencia del EPS.

Los sistemas constructivos de Ecofibra pueden ser fabricados en formato de mantos, placas y a granel con distintas densidades, permitiendo aislar eficientemente todo tipo de construcciones como edificios, casas nuevas o renovadas.

En la actualidad, a través de un convenio con los proveedores de ropa usada, los restos son entregados directamente a su planta, disminuyendo su disposición en vertederos ilegales.

RESULTADOS/BENEFICIOS

El principal beneficio de las soluciones constructivas de Ecofibra es la recolección y reciclaje de 100 toneladas de ropa al mes, siendo el principal reciclador de residuos textiles a nivel nacional. Otro componente a destacar, es la posibilidad de reutilizar los paneles y sus materiales una vez terminada la vida útil del edificio o vivienda, lo que es incorporado al momento de diseñar los paneles.

Entre las ventajas competitivas de estos paneles está la disminución del consumo de energía tanto para calefacción como para el uso de aire acondicionado. Adicional a este beneficio, está la incorporación de un aditivo ignífugo de bajo costo (innovación propia) que se integra a la fibra y permite retardar el proceso de combustión. Ambos beneficios integrados en un producto más económico que lo que actualmente existe en el mercado.



Virtualizar

DESPLAZAR EL USO DE RECURSOS Y ENTREGA DE UTILIDAD VIRTUALMENTE MEDIANTE

- Reemplazar productos físicos con servicios virtuales (por ejemplo, libros electrónicos en lugar de libros).
- Reemplazar ubicaciones físicas por virtuales (por ejemplo, compras en línea, videoconferencias).
- Brindar servicios de forma remota (por ejemplo, computación y almacenamiento en la nube).

APLICACIÓN DEL CONCEPTO EN EL ENTORNO CONSTRUIDO

- Teletrabajo
- Virtualización de productos (departamentos piloto).
- Virtualización de procesos (BIM, maqueta digital, mantenimiento automatizado, etc.).
- Electrodomésticos inteligentes (domótica, sistemas domésticos inteligentes, electrodomésticos conectados, eficiencia para iluminación, etc.).



Caso uso de BIM -Icafal Inmobiliaria
Link(s) de interés: www.icafal inmobiliaria.cl



DESCRIPCIÓN

La incorporación de BIM en la metodología de trabajo de Icafal Inmobiliaria responde al objetivo de trabajar en tiempo real, poder seguir el trabajo de los diferentes proyectistas durante la fase de desarrollo de la ingeniería y no esperar a una entrega avanzada del proyecto, ya que estos son muy dinámicos y suelen tener cambios muy grandes.

En Icafal se establecieron los flujos de tareas, procedimientos y responsables, definiendo una estructura consensuada y más clara de trabajo, de manera tal de sentar las bases para dar más confianza en trabajar de manera colaborativa con un objetivo común y reglas claras.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Esta herramienta ha motivado el trabajo colaborativo y la incorporación de todos los participantes del proyecto en una etapa temprana, compartiendo información centralizada y evitando trabajar con información duplicada. Además, ha aumentado la productividad en el desarrollo del proyecto, desde la fase de diseño hasta la ejecución de la obra, lo que se alcanza en la medida que se realice un buen diseño inicial, permitiendo identificar en esta fase, potenciales dificultades de coordinación y problemas, de tal manera que éstos sean solucionados anticipadamente y no se produzcan a la hora de ejecutar las obras: “ver el problema antes que sea problema”.

Otro de los beneficios es la disminución de los “adicionales” de obra y la optimización de los tiempos, entregando con la misma calidad de proyecto pero con plazos menores a los actuales.



Caso pilotos virtuales



DESCRIPCIÓN

Una de las tendencias actuales en construcción y que ha sido implementada a nivel general en muchas empresas inmobiliarias, es la promoción de sus departamentos pilotos de forma virtual. A través de la simulación 3D y opciones interactivas como la realidad virtual (RV), las empresas pueden mostrar sus proyectos antes de ser

construidos, dando la oportunidad a sus clientes de conocer en detalle las características de manera anticipada y remota.

Las proyecciones 3D y en RV pueden desarrollarse a través de diversas empresas que ofrecen este servicio.

RESULTADOS/BENEFICIOS

La implementación de pilotos virtuales trae consigo una serie de beneficios tanto para las empresas como para los clientes. Para las empresas, representa una importante herramienta de marketing que puede ser utilizada antes de construir los proyectos, lo que les permite adelantar las oportunidades de venta con ahorros importantes en términos de tiempo y costos de construcción. Desde el punto de vista de los clientes, los pilotos virtuales ofrecen una alternativa eficiente, cómoda y segura que apoya sus decisiones de compra sin necesidad de salir de su casa.



Cambiar

SELECCIÓN DE RECURSOS Y TECNOLOGÍAS SABIAMENTE POR

- Cambio a energías y fuentes de materiales renovables.
- Usar insumos de material alternativos (por ejemplo, usando subproductos o extracción materia prima bioquímica de nutrientes biológicos).
- Sustitución de soluciones técnicas tradicionales por avanzadas (por ejemplo, impresión 3D).
- Reemplazar los modelos de entrega centrados en el producto, por nuevos modelos centrados en el servicio.

APLICACIÓN DEL CONCEPTO EN EL ENTORNO CONSTRUIDO

- Materiales de mejor rendimiento (desarrollo de materiales)Nuevos materiales de construcción (contenido reciclado, etc).
- Tecnologías de mejor rendimiento (por ejemplo, impresión 3D, sistemas de gestión de edificios, electromovilidad, etc.).
- Nuevos productos y servicios (por ejemplo, transporte multimodal).



Caso fachada con paneles fotovoltaicos - Edificio Nueva Córdova
Las Condes, Santiago
50.000 m2 construidos aprox
Empresa: SENCORP
Año: 2017
Link(s) de interés: <https://nuevacordova.cl>

DESCRIPCIÓN

El edificio Nueva Córdova es el primer edificio de gran escala con fachada fotovoltaica en Chile, lo que responde a la constante búsqueda de innovación, vanguardia y sustentabilidad por parte de Sencorp. El proyecto incluye cerca de 650 paneles fotovoltaicos en su fachada, abarcando una superficie total cercana a los 1.200 m2.

La instalación de los paneles se analizó desde el inicio del diseño del proyecto, a través de la modelación de un mapa solar, estudio de sombras de edificios vecinos, estudios de radiación solar sobre cada fachada, lo que mostró la ubicación más adecuada para alcanzar una mayor eficiencia en la generación de energía. Además, el sistema fue diseñado con la posibilidad de reemplazar las placas en caso de falla u obsolescencia, lo que permite prolongar la capacidad de generación durante toda la vida útil del edificio.

Adicionalmente, el proyecto cuenta con estaciones de carga para autos eléctricos y bicicletas eléctricas.

RESULTADOS/BENEFICIOS

A través de sus 650 placas solares, el edificio Nueva Córdova es capaz de generar parte de la energía que utiliza en su operación de manera eficiente y a un menor costo. En promedio, se estima una generación de alrededor de 187 MWh anuales, evitando de esta forma la emisión de 190 toneladas de CO2 al año. A modo de ejemplo, la energía generada en un año por el edificio Nueva Córdova, es equivalente al consumo promedio anual de 77 casas de la RM, o bien, es equivalente a 105 vueltas a la tierra en auto eléctrico.

Finalmente, el edificio postula a certificación LEED CS -Gold, lo que se sumaría a los más de 235.000 m2 certificados LEED Gold de Sencorp en Chile, en cinco edificios de oficinas.



Caso Sistema industrial de construcción robotizada de hormigón armado - Baumax
Link(s) de interés: www.baumax.cl

DESCRIPCIÓN

El sistema de construcción robotizado consiste en la fabricación automatizada de elementos de hormigón armado prefabricados en una planta, donde un proyecto es llevado a BIM para ser diseñado en un sistema digital leído por un robot que lo materializa y lo transfiere a las mesas. El resultado es un muro doble o una pre-losa de hormigón armado de dimensiones precisas, el que es transportado a obra en menos de 12 horas. El hormigonado in situ completa la obra gruesa generando una estructura monolítica.

Adicionalmente, se puede incorporar la aislación térmica conforme al cumplimiento de la normativa, con la correspondiente capa de hormigón protector de terminación.

RESULTADOS/BENEFICIOS

Este sistema permite desarrollar obras gruesas eficientes, precisas y de gran calidad, aumentando la productividad de las empresas al reducir los tiempos de construcción hasta en un 50%, disminuir la mano de obra en terreno y la movilidad y transporte a la obra, lo que resulta en costos finales significativamente menores. Además de ser amigables con el medioambiente al reducir los ruidos molestos y la generación de escombros hasta en un 65%.

De esta forma, genera cambios significativos en las ciudades con soluciones eficaces, innovadoras, sostenibles y de calidad certificada, especialmente para las problemáticas sociales, ambientales y económicas que éstas puedan tener.

Desafíos de la economía circular en construcción

A nivel internacional, se han documentado una serie de desafíos asociados a la incorporación de la circularidad en la industria de la construcción, los que se pueden clasificar en desafíos financieros, estructurales, regulatorios, y de conciencia y entendimiento²⁹. Entre los más significativos se encuentran:

DESAFÍOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN

FINANCIEROS	ESTRUCTURALES	REGULATORIOS	CONCIENCIA Y ENTENDIMIENTO
Falta de incentivos para diseñar productos que puedan reincorporarse al final de su vida útil.	Construcción basada en una cadena de valor muy fragmentada.	Ambigüedad en regulaciones y normas relativas a los desechos.	Poca claridad de casos exitosos, desde el punto de vista técnico y financiero.
Inexistencia de mecanismos de mercado que apoyen una mayor recuperación de productos y materiales	Falta de consideración del fin de la vida útil en el diseño de edificaciones.	Inexistencia de regulación específica de economía circular.	Poca claridad de casos exitosos, desde el punto de vista técnico y financiero.
Escaso valor de los productos al final de su vida útil.	Complejidad de las edificaciones.	Contratos de demolición.	
Aumento de costos y tiempo.			

29 Adams et al, 2017. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. Disponible en: www.researchgate.net/publication/313872330_Circular_economy_in_construction_current_awareness_challenges_and_enablers



05

ECONOMÍA
CIRCULAR EN
CHILE**Oportunidades de la Economía Circular para Chile y para el sector construcción**

El modelo circular económico y los ámbitos propuestos por el *Resolve Framework* plantean una serie de desafíos principalmente relacionados a la generación de información, desarrollo de tecnología y cambios conductuales que permitan su implementación en los distintos sectores e industrias a nivel nacional.

Sin embargo, existe una gran variedad de oportunidades y beneficios que pueden ayudar a transitar rápidamente hacia una mayor circularidad, tanto a nivel nacional como en el sector de la construcción.

OPORTUNIDADES A NIVEL NACIONAL

- **Articulación y compromiso del sector público y privado:** la virtuosidad de la economía circular ha dado paso a una serie de iniciativas nacionales que han fomentado una articulación temprana entre el sector público y privado y motivado el compromiso por parte de diversos sectores de avanzar en esta materia, tal como la Hoja de Ruta de Economía Circular para Chile 2040 en desarrollo por el Ministerio de Medio Ambiente junto a un comité estratégico. Uno de los sectores con importantes avances es el sector construcción, lo que se ha visto materializado en la “Hoja de Ruta RCD hacia la economía circular en construcción 2035”, política pública articulada por Construye2025, y en el compromiso adquirido por la Cámara Chilena de la Construcción de impulsar tecnologías con componentes de circularidad³⁰. A esto se suma el acuerdo de colaboración establecido entre la Cámara Chilena de la Construcción, el Instituto de la Construcción y el programa Construye2025 de CORFO, para el desarrollo de una Estrategia sectorial. Esta articulación y compromiso de las partes es un gran primer paso para habilitar el camino hacia una economía circular a nivel nacional y sectorial.

30 “Compromiso 5: La CChC se compromete a impulsar el uso de tecnologías más eficientes en el diseño de los proyectos de construcción con el fin de optimizar el uso de recursos. Por ejemplo, el método de Proceso Integrado de Diseño (PID) o el uso de Building Information Modelling (BIM), con el fin de impulsar la productividad, la innovación, la estandarización e industrialización, y la construcción sustentable, con especial foco en desarrollo de capital humano, trabajo colaborativo y digitalización” (CChC, 2019).

- **Generación de incentivos para la circularidad:** en la actualidad son escasos los incentivos específicos que fomenten y aceleren el tránsito hacia una economía circular en Chile. Sin embargo, las distintas iniciativas en implementación, la coordinación del sector público y privado y su compromiso a avanzar en esta materia, generan el ambiente propicio para iniciar su diseño e implementación a nivel nacional.
- **Reactivación sostenible:** la crisis social y sanitaria en Chile ha generado una profunda crisis económica que genera la urgencia de una reactivación sostenible en el tiempo. Este escenario impone una excelente oportunidad para introducir los criterios de circularidad en distintas industrias de tal forma de hacerlas más productivas y eficientes, y se genera el contexto propicio para la fomentar la innovación y la creación de nuevos modelos de mercados circulares.

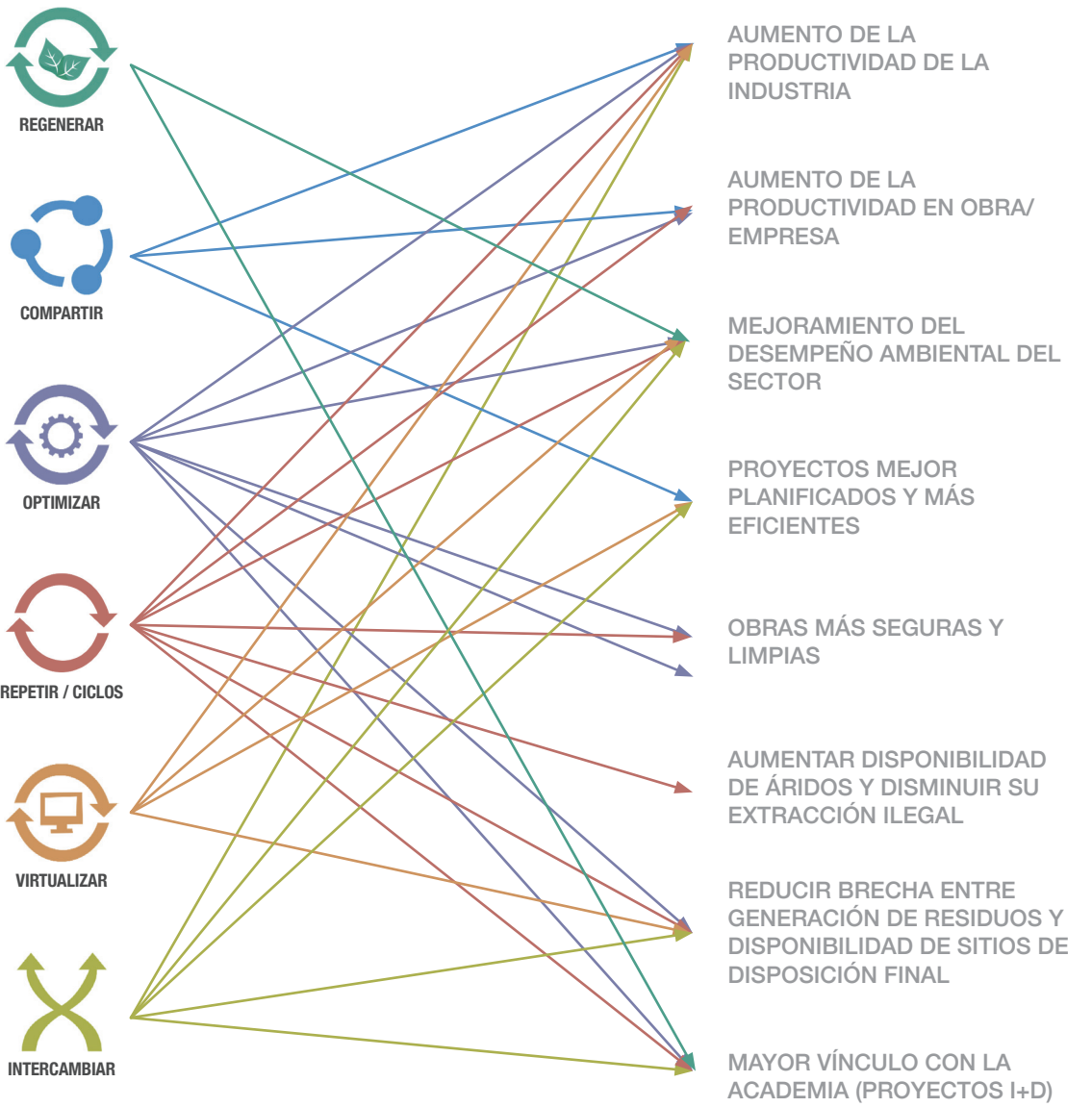
Uno de los últimos estudios publicados por McKinsey&Company³¹ sobre la nueva normalidad en construcción y cómo el Covid19 está cambiando la industria, enfatiza que la sustentabilidad es uno de los nueve cambios que se podrían acelerar producto de la pandemia. Esto nos habla de una gran oportunidad de transformación radical de la industria, para aprovechar los avances tecnológicos en favor de un desarrollo sostenible y mayor productividad.

31 McKinsey & Company, 2020. The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem. Disponible en: www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-next-normal-in-construction-how-disruption-is-reshaping-the-worlds-largest-ecosystem

OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Dado el importante rol que juega el sector de la construcción en la economía nacional (i.e. 7,1% del PIB y 8,5% del empleo nacional) y su alto potencial de circularidad, es considerado un sector estratégico en la implementación de la economía circular en Chile. Esta potencialidad de cambiar el modelo económico de la construcción, por ejemplo a través de los distintos ámbitos del *Resolve Framework*, se hace aún más atractiva al identificarse una serie de oportunidades relacionadas al sector, como se puede ver en la siguiente figura:

FIGURA 15: OPORTUNIDADES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN SEGÚN LOS ÁMBITOS DEL *RESOLVE FRAMEWORK*



FUENTE: Elaboración propia



AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA INDUSTRIA

La que viene dada principalmente por la oportunidad de crear nuevos modelos de negocios circulares (innovación) y la consecuente generación de nuevos empleos.



AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRA/EMPRESA

Incluir componentes de circularidad en los proyectos de construcción trae un sinnúmero de oportunidades. Aquellas relacionadas al aumento de productividad se explican principalmente por una mayor eficiencia en el uso de los recursos a través de la industrialización (mejor aprovechamiento de los materiales) y a la gestión de residuos en obra.

Respecto a la gestión de residuos, según estimaciones del estudio “Productividad en el sector de la construcción” de la CNP (2020), el aumento de la productividad de un proyecto se explica por la reducción en los costos de traslado y disposición final de los residuos (ahorros que varían entre un 16% y un 30% en empresas que han implementado planes de gestión de residuos), los que se suman a las eventuales ganancias producto de su valorización (principalmente acero, cartón, madera y plásticos PET). Sin embargo, el potencial de valorización va a depender de la capacidad de las empresas de identificar, separar y extraer sus residuos valorizables de manera temprana. A modo de ejemplo, un estudio elaborado por la CDT³² muestra que una empresa logró valorizar un 20% del total de los residuos generados en la obra en sólo seis meses de implementación del plan de gestión de residuos.

32 CDT, 2020. Informe Asesoría Técnica - Levantamiento Valorización de Residuos.



MEJORA DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DEL SECTOR

Como se ha mencionado anteriormente, los principales impactos ambientales del sector construcción vienen dados por su alto consumo energético (32,6% respecto al total nacional), a la generación de residuos (34% de los residuos sólidos generados, ver cuadro 1 para mayores antecedentes sobre generación de residuos en el sector de la construcción) y su nivel de emisiones de GEI (cercano al 31%). Estas cifras pueden verse significativamente reducidas con la implementación de un modelo circular, lo que traería como resultado una menor extracción de materias primas vírgenes (por ejemplo, a través del uso de materiales reciclados), un menor consumo energético en las distintas etapas del ciclo de vida (por ejemplo, gracias a la autogeneración y eficiencia energética) y una reducción de los impactos asociados a la disposición final de residuos (mediante la gestión y valorización de residuos), entre otros.

Esta mejora en el desempeño ambiental del sector se torna aún más relevante considerando la meta de carbono neutralidad al año 2050, las metas sectoriales de mitigación que se encuentran en proceso de definición a través de la Estrategia Climática de Largo Plazo³³; y el compromiso de la industria con el cumplimiento de los ODS³⁴.

33 MMA, 2020. Estrategia Climática de Largo Plazo 2050. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento>

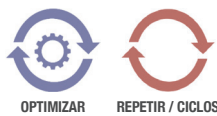
34 Pacto Global Red Chile, 2020. Cámara Chilena de la Construcción firma alianza con pacto global. Disponible en: <https://pactoglobal.cl/2020/cchc-se-suma-a-practicas-de-sostenibilidad-de-la-onu>



PROYECTOS MEJOR PLANIFICADOS Y MÁS EFICIENTES

La circularidad en la construcción implica la utilización de tecnologías (e.g. construcción industrializada, modular, BIM, etc.) que pueden ser incorporadas desde la concepción del proyecto y que permiten una planificación detallada, una gestión temprana de todas las etapas de un proyecto constructivo y una mayor eficiencia en cada una de ellas. En particular, este tipo de tecnologías permite diseñar y llevar a cabo procesos de prefabricación más precisos (industrialización), la coordinación y retroalimentación de todos los actores involucrados (diseñadores, arquitectos, ingenieros, etc.) previo a la fabricación de las partes y el máximo aprovechamiento de materiales en los procesos de deconstrucción; además de disminuir los tiempos de construcción, mejorar el cumplimiento de plazos y la calidad de las construcciones.

Relevar estas ventajas es fundamental ya que, según estimaciones de la CNP en su estudio sobre productividad en la construcción, en Chile solo el 1% de las obras se construye mediante estas tecnologías, debido principalmente a la desconfianza sobre la calidad de las construcciones, lo que impide la masificación de sus beneficios a nivel nacional.



OBRAS MÁS SEGURAS Y LIMPIAS

A través de metodologías de construcción industrializada y gestión de residuos, las obras presentan mejores niveles de organización, orden y reducción de residuos, lo que resulta en obras con indicadores positivos en reducción de accidentabilidad, con espacios libres para otros procesos productivos³⁵ y con ahorros en los costos de limpieza de hasta un 50%³⁶.

35 CDT, 2020. Edición Técnica N°15. Gestión de residuos para mejorar la productividad en la empresa. Disponible en: http://informatica.cdt.cl/documentos/publicaciones/documentos_tecnicos/compendios.html

36 CNP, 2020. Productividad en el sector de la construcción. Capítulo 6. Sostenibilidad. Disponible en: www.comisiondeproductividad.cl/wp-content/uploads/2020/09/II.-6-Sustentabilidad-2.pdf



AUMENTAR DISPONIBILIDAD DE ÁRIDOS Y DISMINUIR SU EXTRACCIÓN ILEGAL

Según datos entregados por la Comisión de Áridos del Instituto de la Construcción, la demanda de áridos supera significativamente a la oferta (se generan 4 millones de m3 en el mercado formal y la demanda es de 11 millones de m3 solo en la RM), lo que favorece la extracción ilegal del material. Esto último no solo genera impactos ambientales relevantes al ser extraídos de riberas de ríos y zonas costeras, sino que al ser un mercado informal no es regulado y no paga impuestos. En contraposición, según información entregada por una empresa constructora, cerca del 70% de los RCD generados en sus procesos constructivos corresponden a áridos, siendo este el material con mayor potencial de valorización³⁷.

En ese contexto, otra de las oportunidades que plantea la construcción circular es la recuperación de áridos para su posterior reciclaje y valorización, lo que podría resolver la escasez de oferta, reducir los impactos ambientales y económicos de su extracción ilegal y disminuir los volúmenes enviados a disposición final.

A nivel nacional, los áridos reciclados han sido utilizados de manera incipiente en obras viales y en la construcción de aeropuertos³⁸. Sin embargo, este uso se podría maximizar a través de la actualización de las normativas existentes (por ejemplo, NCh163) y creación de nuevas normas al respecto³⁹.

37 Aldana & Serpell (2012), Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000200002

38 CNP, 2020.

39 Información entregada por miembro del comité ejecutivo de la Estrategia Economía Circular en Construcción



REDUCIR BRECHA ENTRE GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DISPONIBILIDAD DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL AUTORIZADOS

Según datos de MINVU (2019), a nivel nacional existirían solo 19 sitios autorizados para la disposición final de residuos de la construcción regulados, distribuidos en siete regiones del país (Antofagasta, Atacama, Valparaíso, RM, O’Higgins, Biobío y La Araucanía). En otras palabras, nueve regiones del país no tendrían acceso a sitios regulados de disposición final para residuos de la construcción. En este contexto, la economía circular y en particular la gestión de residuos de la construcción, representa una oportunidad para crear nueva infraestructura autorizada y para disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final y acortar la brecha entre volumen de residuos y sitios de disposición final regulados.



MAYOR VÍNCULO CON LA ACADEMIA (PROYECTOS I+D)

El tránsito hacia una economía circular en la construcción plantea la oportunidad de generar un mayor vínculo con la academia, a través de la capacitación de mano de obra, que permita obtener mejores resultados, lograr eficiencia en los procesos y etapas, concientizando desde los inicios; la incorporación de contenidos en las mallas curriculares de las carreras asociadas y el fomento de proyectos de investigación y desarrollo.

Esto último se torna relevante ya que una de las principales barreras para la implementación de la economía circular en Chile es la falta de información aplicada y el desarrollo de tecnología. En ese sentido, se pueden fomentar proyectos de I+D relacionados a la construcción industrializada (i.e. BIM, modular e impresión 3D), a la construcción con materiales reciclados (e.g. áridos reciclados) y la exploración de nuevos modelos de negocios basados en el conocimiento, llevados a cabo en conjunto con la academia.

Esta oportunidad se podría ver potenciada con la basta participación que tiene el sector construcción en proyectos de I + D + i históricamente⁴⁰.

40 Información entregada por miembro del comité ejecutivo de la Estrategia Economía Circular en Construcción

Cuadro 1: Antecedentes sobre residuos en el sector construcción

Los residuos generados por la industria de la construcción se pueden clasificar en tres categorías: residuos industriales no peligrosos, residuos industriales peligrosos y residuos orgánicos.

Según datos de CONAMA, al año 2010 el sector de la construcción era el mayor generador de residuos sólidos industriales con un 34% del total de residuos generados. El porcentaje actual oficial es difícil de estimar ya que, según un estudio realizado por CDT, solo el 50% de las empresas constructoras utiliza la plataforma SINADER, sistema oficial de declaración de residuos industriales no peligrosos.

Sin embargo, existen indicadores que estiman que por cada m2 construido, se generan entre 0,23 y 0,26m3 de residuos, para distintos tipos de obra⁴¹. Utilizando este indicador de generación, un estudio de la CNP (2020) estimó que durante el año 2018, el sector construcción generó un volumen de 4.822.361m3 de residuos, considerando solo la construcción de edificaciones residenciales y no residenciales (se excluye infraestructura pública), lo que equivale a seis rascacielos similares a la torre más alta del complejo Costanera Center.

En base a caracterizaciones realizadas por algunas empresas, se estima que el 73% corresponde a áridos o pétreos; el 14% a madera, el 5% a enfierraduras y el 8% restante se divide en cerámicas, yeso-cartón, montajes y otros.

Además de ser un importante generador de residuos, el sector construcción tiene la dificultad de que no existen suficientes sitios de disposición final autorizados y regulados para su recepción (seis regiones no cuentan con un sitio de disposición final legal para RCD) y cuya capacidad no alcanza a cubrir el total de residuos generados. Esta situación implica que 21,3% de los RCD generados no tienen lugar de disposición en su propia región⁴² y parte importante termina en basurales ilegales o en sitios no aptos para su disposición final.

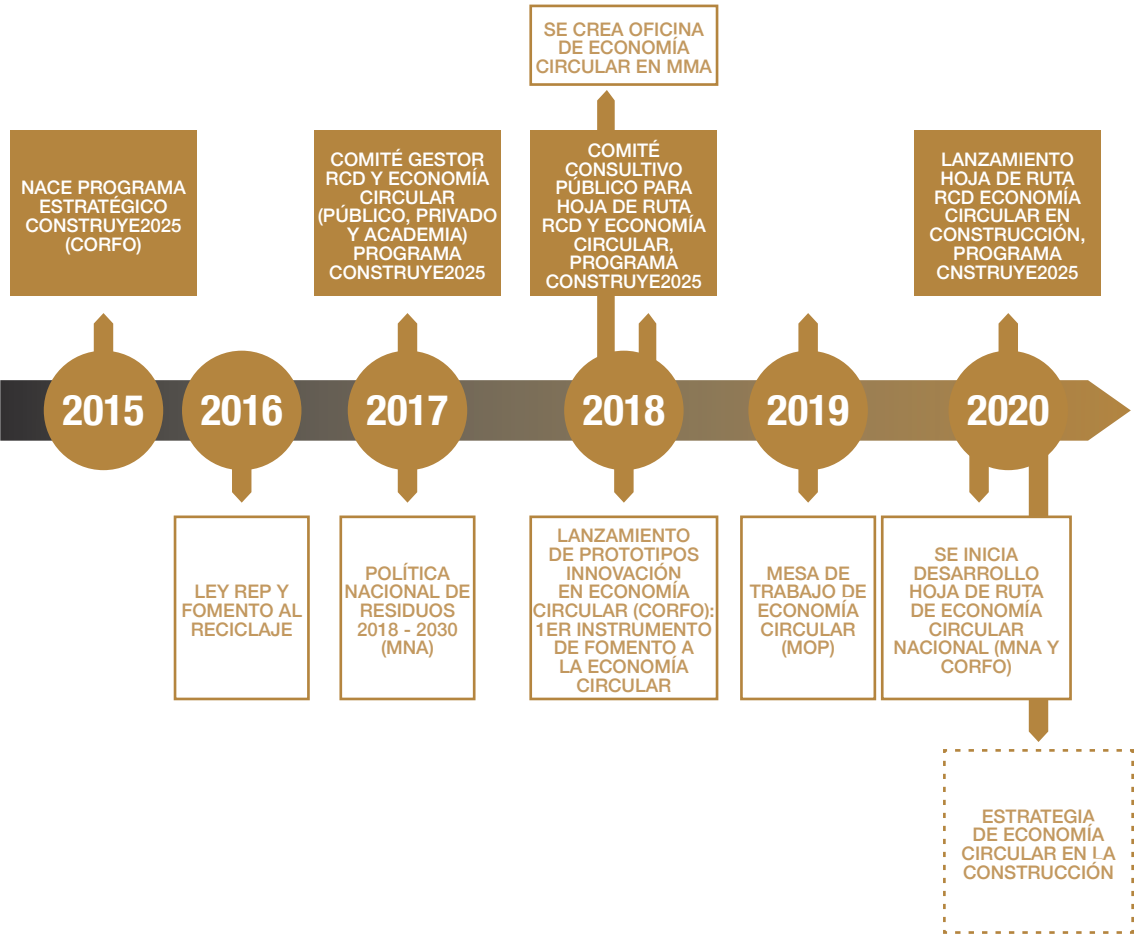
41 Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2019, Informe Diagnóstico sobre Infraestructura RCD en Chile.

42 Información entregada por miembro del comité revisor del presente documento.

Evolución de la Economía Circular en Chile

La economía circular se ha ido tomando la agenda nacional en los últimos cinco años, mediante políticas impulsadas a nivel central y a través de iniciativas que nacen desde el sector privado y que apuntan a avanzar en la materia a nivel transversal y sectorial. El avance en la introducción de la economía circular en Chile se puede visualizar en la siguiente figura:

FIGURA 16: HITOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR ASOCIADA AL SECTOR CONSTRUCCIÓN A NIVEL NACIONAL



FUENTE: Elaboración propia

Políticas a nivel central

LEY DE RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE (LEY N°20.920/2016)

Esta ley, publicada en junio del 2016, es la primera que integra conceptos relacionados a la economía circular en Chile y establece el instrumento de responsabilidad extendida del productor (REP), entre otros. La REP es un instrumento económico que establece un sistema especial de gestión de residuos que obliga a los fabricantes de productos prioritarios (envases y embalajes, aceites lubricantes, baterías, pilas, neumáticos y aparatos eléctricos y electrónicos), a organizar y financiar la gestión de los residuos derivados de sus productos⁴³.

Los reglamentos REP para cada uno de los productos prioritarios definen metas de recolección y valorización asignadas de acuerdo a las distintas materialidades o tipos de producto prioritario y, en algunos casos, también según el origen de los residuos generados en domiciliarios y no domiciliarios. Esta última clasificación aplica a la industria de materiales de construcción y a la industria inmobiliaria y/o de construcción que importe o que introduzca por primera vez productos prioritarios en el mercado. La gestión se debe alcanzar a través de la formación o integración de sistemas de gestión individuales o colectivos, que incluyan a productores, consumidores y gestores finales de residuos.

A la fecha, uno de los reglamentos con mayor estado de avance es el de envases y embalajes (EyE), productos ampliamente utilizados en la industria de la construcción, cuyas metas comenzarán a regir a los 30 meses después de publicado el reglamento (estimado para finales del año 2020). Dentro de ese plazo, se deben conformar los sistemas de gestión (miembros, estatutos, etc.) y definir un plan de gestión (membresías, mecanismos de recolección y valorización, incentivos, etc.), los que deberán ser aprobados por los organismos correspondientes⁴⁴.

Si bien el sistema REP es en parte una obligación, también abre un espacio al sector proveedor de materiales de construcción en la industria del reciclaje y genera oportunidades de creación de nuevos modelos de negocio en torno a materia prima reciclada⁴⁵.

43 MMA, 2020. Ley de Fomento al Reciclaje. Disponible en: <https://mma.gob.cl/economia-circular/ley-de-fomento-al-reciclaje>

44 MMA, 2020. Decreto Supremo NO 12 de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a envases y embalajes. Disponible en: https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/DS-12_08_06_2020-Propuesta-DS-REP-envases.pdf

45 Información entregada por miembro del comité ejecutivo de la Estrategia Economía Circular en Construcción

POLÍTICA NACIONAL DE RESIDUOS 2018-2030

Esta política no vinculante elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente, corresponde a la actualización de la Política de Gestión Integral de Residuos del año 2005, y tiene como visión lograr una gestión sostenible de los recursos naturales por medio del enfoque de la economía circular y el manejo ambientalmente racional de los residuos, esperando aumentar la tasa de valorización de los residuos generados por las actividades económicas y por aquellos de origen domiciliario, a un 30% al año 2030. Uno de los focos de esta política es la prevención de la generación de residuos de construcción y demolición para evitar su disposición en vertederos ilegales⁴⁶.

PROGRAMA CONSTRUYE 2025

El Programa Construye2025, desde su creación a fines del año 2015, ha tenido como resultado una serie de hitos que han permitido avanzar hacia la economía circular en construcción. El 2017 se conforma el Comité Gestor RCD y Economía Circular cuyo objetivo fue levantar las distintas brechas en torno a la gestión de residuos en la industria de la construcción y levantar información respecto a la caracterización de RCD y caracterización de las empresas. Luego, en el año 2018, se crea el Comité Consultivo Público, conformado por MINVU, MMA, MOP y CORFO, con el objetivo de liderar el proceso de desarrollo de una Hoja de Ruta RCD y Economía Circular en conjunto con el Comité Gestor RCD.

El año 2018 comenzó el desarrollo de la Hoja de Ruta, la que fue sometida a consulta pública durante el año 2019 y lanzada a mediados del año 2020. Tiene como objetivo constituirse en un instrumento orientador de las acciones del sector para una gestión eficiente de los recursos, la disminución de extracción de materias primas y la prevención en generación de residuos con origen en los proyectos de edificación e infraestructura, acelerando la transición hacia una economía circular.

Con este fin, se definieron cinco ejes estratégicos (ver figura 16): 1. El ordenamiento y planificación sustentable del territorio; 2. La coordinación y articulación pública; 3. Ecosistemas y cadenas de valor sustentables y circulares; 4. Plataformas de datos para el diseño de políticas públicas y creación de nuevos mercados en torno a la economía circular; y 5. La remediación ambiental para los impactos de la extracción de áridos y disposición inadecuada de los RCD. Cada eje tiene metas planteadas para el año 2025 y 2035. Esta hoja de ruta fue lanzada en agosto del año 2020⁴⁷.

46 MMA, 2017. Política Nacional de Residuos 2018-2030. Disponible en: http://santiagorecicla.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/02/Politica-Nacional-de-Residuos_final-V_sin-presentacion.pdf

47 Construye2025, 2020.

FIGURA 17: EJES ESTRATÉGICOS DE LA HOJA DE RUTA RCD ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN



FUENTE: Construye2025, 2020.

INSTRUMENTOS DE FOMENTO CORFO

CORFO ha tenido gran protagonismo en el impulso de la economía circular en Chile a partir del año 2018 generando diversas instancias para introducir la temática en distintas industrias. En lo que respecta a construcción, la circularidad comenzó a fomentarse a través de su Programa Construye2025 y derivó en el lanzamiento de la Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción.

Paralelamente, ha desarrollado algunos instrumentos de fomento como “Prototipos de Economía Circular”, primer instrumento de economía circular en Chile que apoya el desarrollo de productos o servicios de innovación en la materia en etapa temprana, para cualquier industria.

Finalmente, en conjunto con el MMA, lidera el proceso de desarrollo de una Hoja de Ruta Nacional de Economía Circular⁴⁸.

MESA DE TRABAJO DE ECONOMÍA CIRCULAR (MOP)

A fines del año 2019, el Ministerio de Obras Públicas anunció oficialmente la conformación de una Mesa de Economía Circular, con la que esperan seguir avanzando en los lineamientos del MOP en esta materia. Dentro de los objetivos de la mesa se encuentra realizar una priorización de los lineamientos y empezar a trabajar en los temas a desarrollar durante el 2020 y a mediano plazo⁴⁹.

48 Información entregada por sectorialista CORFO.

49 Construye2025, 2019. Ministerio de Obras Públicas conforma Mesa de Trabajo de Economía Circular. Disponible en: <http://construye2025.cl/2019/11/26/ministerio-de-obras-publicas-conforma-mesa-de-trabajo-de-economia-circular>

HOJA DE RUTA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN CHILE (EN DESARROLLO)

La Hoja de Ruta (HR) de Economía Circular en Chile es una iniciativa liderada por el Ministerio de Medio Ambiente y que se encuentra en ejecución por la Fundación Empresarial Eurochile, con apoyo de un comité estratégico, un comité ejecutivo y un comité internacional asesor. Tiene como objetivo general sentar las bases para impulsar una transición hacia el “Chile Circular” del futuro, que termine con la cultura de lo desechable.

La Hoja de Ruta se estructurará en 4 grandes pilares, cada uno de ellos con metas y objetivos concretos de corto, mediano y largo plazo. Estos ejes son: obtención de materias primas; producción; consumo y servicios; y gestión de residuos.

A modo de ejemplo, algunas de las metas propuestas en materia de gestión de residuos es que al año 2040, un 10% de residuos domiciliarios, como máximo, sean enviados a un relleno sanitario (actualmente es un 96%) y reciclar al menos el 65% de los residuos domiciliarios generados en el país⁵⁰.

Uno de los primeros resultados de esta iniciativa es la presentación de un diagnóstico donde se muestran los principales avances a nivel nacional en términos de capacidades, infraestructura, principales brechas y oportunidades⁵¹.

Más información en: <https://economyacircular.mma.gob.cl/hoja-de-ruta/>

Iniciativas desde el sector privado

Existen diversas iniciativas que buscan apoyar a empresas de distintos sectores, incluida la construcción, en su tránsito hacia procesos productivos cada vez más sustentables y circulares. A continuación se presenta solo una muestra de la gran variedad de iniciativas desarrolladas a nivel nacional:

50 MMA, 2020. Se dio inicio al comité estratégico de la Hoja de Ruta de Economía Circular. Disponible en: <https://mma.gob.cl/se-dio-inicio-al-comite-estrategico-de-la-hoja-de-ruta-de-economia-circular>

51 EuroChile, 2020. “Consultoría para construir una Hoja de Ruta de Economía Circular en Chile.” Informe de avance N°3: Diagnóstico Estratégico. Disponible en: www.eurochile.cl/wp-content/uploads/2020/06/22052020-Eurochile-Informe-N%C2%B03-HDR-EC-revisado.pdf

INICIATIVA	DESCRIPCIÓN
PROYECTA CIRCULAR	Proyecta Circular es un proyecto liderado por investigadores de la Pontificia Universidad Católica y financiado por CORFO, que tiene como objetivo fortalecer las redes existentes y poner a disposición recursos y herramientas para que arquitectos, constructores, proveedores, propietarios y mandantes puedan aplicar concretamente los conceptos de Economía Circular en sus proyectos y obras. Mas información en: www.fundacionbasura.org/portafolio-proyecta-circular
CONSTRUCCIÓN CIRCULAR	Construcción Circular es una iniciativa que nace con el objetivo de reducir el impacto ambiental relacionado a la generación de residuos y promover un modelo de Economía Circular enfocado al ámbito de la construcción, proponiendo un cambio de paradigma de los sistemas lineales de producción, negocios y consumo a un concepto circular de desarrollo, mediante el ecodiseño, la construcción 4.0, la valorización del residuo y en general todas las iniciativas de nuevos negocios, productos y servicios conscientes en nuestro entorno natural y social. Esto se concreta a través de una plataforma que busca conectar personas con oportunidades de nuevos negocios y generar comunidad colaborativa en torno a estas temáticas. Más información en: www.construccioncircular.cl
ESTRATEGIA SUSTENTABLE RCD (PROGRAMA CONSTRUYE2025)	Iniciativa multisectorial que busca fomentar y promover la gestión sustentable de los residuos, bajo el foco de Economía Circular. Considera el ciclo de vida de los proyectos de edificación e infraestructura mediante la coordinación de distintas iniciativas, acciones y la implementación de una Hoja de Ruta para la Gestión Sustentable de los RCD, impulsando el crecimiento económico sustentable, reduciendo el impacto medioambiental y un mayor desarrollo social. Como parte de la estrategia, se desarrolló una plataforma de difusión de casos sobre constructoras y otras empresas del rubro que han implementado acciones en torno a la gestión sustentable de los RCD y Economía Circular en sus proyectos. Más información en: http://construye2025.cl/rcd/casos
CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA (CCI)	Impulsado por el programa Construye2025 de Corfo, el CCI nace con la finalidad de promover la industrialización como una estrategia de desarrollo de la industria de la construcción nacional, fomentando su avance en productividad y sustentabilidad. El CCI es una entidad de carácter técnica y permanente, siendo un grupo abierto y convocante que agrupa a actores del mundo público y privado desde el 2017, donde pueden aportar sus conocimientos y experiencias respecto a técnicas relacionadas con la industrialización en construcción. Más información en: https://construccionindustrializada.cl

INICIATIVA	DESCRIPCIÓN
ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA PARA GENERAR ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN (REGIÓN DE VALPARAÍSO)	Este APL se encuentra en proceso de postulación, es liderado por la Cámara Chilena de la Construcción Valparaíso y tiene como objetivo fomentar la innovación circular en las empresas de la región. En una primera etapa, el diagnóstico del APL busca desarrollar una línea base regional del sector, incluyendo técnicas, recursos, procesos, materialidades, normativas y cualquier información relacionada a la industria, evaluar el impacto que tendría el APL y definir metas, acciones e indicadores que sean coherentes con la realidad regional.
DESAFÍO CIRCULAR	La academia Desafío Circular es una iniciativa que busca capacitar a empresas, organizaciones y emprendedores, sobre el desarrollo de empresas con modelos de negocios circulares, logrando una diferenciación en el mercado y aumentando significativamente su rentabilidad. A partir de la vasta experiencia en asesoría de empresas, el equipo detrás de Desafío Circular ha desarrollado su propia metodología de enseñanza (CANVAS Circular) basada en los conceptos de Design Thinking, que les ha permitido armar un set de herramientas para ayudar a las empresas, paso a paso, a convertir sus modelos lineales en circulares y para apoyar a emprendedores a definir desde cero un modelo de negocio circular. Más información en: https://desafiocircular.cl
CENTRO DE INNOVACIÓN Y ECONOMÍA CIRCULAR (CIEC)	El Centro de Innovación y Economía Circular CEIC busca generar y difundir conocimiento sobre economía circular, lo que se materializa a través de distintas líneas de trabajo. Por una parte, se dedican a la investigación y formación, desarrollando artículos científicos y cursos de capacitación en materia de diseño de estrategias, innovación y bases de la economía circular. Por otra parte, ofrecen una serie de servicios de apoyo y asesoría a distinto público, entre ellos, sector público, privado y comunidades. Más información en: https://ciecircular.com
ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA CERO RESIDUOS Y ECONOMÍA CIRCULAR (ACCIÓN EMPRESAS)	Acción Empresas cuenta con un Programa de Trabajo de Economía Circular, bajo el cual se desarrolló el Acuerdo de Producción Limpia (APL) cero Residuos. Este acuerdo tuvo como objetivo reducir los volúmenes de residuos sólidos que son eliminados, mediante la introducción de prácticas de economía circular, de modo de evitar su generación o aumentar su valorización. Actualmente, y bajo el mismo Programa, se está desarrollando el APL de Economía Circular (fase diagnóstico), que tiene como objetivo orientar la creación de estrategias y acciones para que las empresas comiencen una transición hacia la economía circular, identificando pasos críticos para la elaboración de una hoja de ruta y la incorporación de nuevos modelos de negocios (15 empresas adheridas a la fecha) Más información en: https://accionempresas.cl/programa/apl-cero-residuos-a-eliminacion

INICIATIVA	DESCRIPCIÓN
PLATAFORMA INDUSTRIA CIRCULAR (REGIÓN DE VALPARAÍSO)	Es una iniciativa de la Universidad de Valparaíso que tiene como objetivo diseñar e implementar una plataforma de facilitación y seguimiento de iniciativas de simbiosis industrial para la región, entendiendo esto como transacciones y reutilización de residuos y sub-productos industriales no peligrosos, entre empresas de la región. Es financiada con aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de Valparaíso. Más información en: https://plataforma-industria-circular.cl
ARAUCANÍA CIRCULAR 2025	Araucanía Circular 2025 busca promover la Economía Circular en la Región de La Araucanía para que las empresas de diferentes industrias transformen sus modelos de negocios lineales en modelos de negocio que apliquen la economía circular. Esto se concreta a través de una serie de iniciativas, como cursos de formación destinados a empresas de la región, evaluaciones de circularidad empresarial (diagnóstico), entre otros. Es un Proyecto ejecutado por Patagonia Lab, co-ejecutado por CFT Teodoro Wickel Klüwen, en alianza con Kowork Chile y Fundación Avina; y con el apoyo de CORFO. Más información en: https://araucaniacircular.com/sitio
DESAFÍO CIRCULAR, REGIÓN DEL MAULE	Es una iniciativa de innovación social cofinanciado por Corfo Maule y que se encuentra en desarrollo. La iniciativa tiene el desafío de co-diseñar con los actores claves del territorio, los primeros pasos hacia una Estrategia de Economía Circular para la región, a través de lineamientos principales y un set Índices de circularidad. Además, el proyecto considera una iniciativa de gestión sustentable de los residuos (acción temprana), que estará vinculada a la estrategia y se enfocará en tres territorios de alto flujo de la región. Esto último, sumado a la metodología de co-diseño, permitirá definir colaborativamente las metas tempranas de la Estrategia Circular, iniciar acciones concretas en el ámbito de los residuos y medir sus resultados. Más información en: www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/ssaf_desafio_economia_circular_maule
ECOESTRATEGIA	ECOESTRATEGIA es una empresa consultora que busca apoyar a distintos tipos de organizaciones a desarrollar estrategias basadas en la identificación y comunicación de atributos ambientales y sociales, con enfoque en los impactos producidos a lo largo del ciclo de vida del producto, servicio o labor que ellas ejecuten. Dentro de los servicios que ofrece se encuentra el desarrollo de planificaciones estratégicas, análisis de ciclo de vida, declaraciones ambientales de producto y posicionamiento de marca en términos de sostenibilidad, entre otros. Mas información en: www.ecoestrategia.cl

INICIATIVA	DESCRIPCIÓN
EDGE CHILE	Empresa con presencia en Chile y Australia, que presta asesoría en consumo y producción sustentable aplicables a cualquier tipo de industria. En términos generales, apoya a las empresas a crear estrategias de sustentabilidad, tener una producción más limpia y a desarrollar planes de marketing verde, entre otros. Adicionalmente, apoya al sector público y organizaciones internacionales en el desarrollo de estudios, planes y hojas de rutas nacionales mediante procesos participativos y campañas masivas. Más información en: https://edgechile.com
RECYLINK	RECYLINK es la única plataforma de gestión integral de residuos de construcción en Chile. Permite a empresas constructoras reciclar y gestionar sus residuos de forma responsable con el medio ambiente, disminuyendo su impacto ambiental y contando con la trazabilidad de esta reducción. Su misión es valorizar desechos de construcción y reducir su impacto ambiental, disminuyendo su huella de carbono y el volumen de desechos que terminan en vertederos ilegales. Además, esta iniciativa realiza una labor educativa, potenciando así el reciclaje en Chile, además de generar nuevos puestos de trabajo para personas de bajos recursos. Más información en: www.recylink.com
RIGK	RIGK es una empresa consultora alemana con más de 25 años de experiencia y con sede en Chile, cuyo equipo multidisciplinario actúa en distintos ámbitos relacionados a la recuperación y reciclaje de materiales. Estos ámbitos incluyen la Ley REP, en donde apoyan la conformación y diseño de sistemas de gestión REP No domiciliario, sistemas de gestión voluntarios (para productos no incluidos en la Ley) y desarrolla pilotos de gestión y circularidad de material. Otro de los ámbitos en el que tiene vasta experiencia es en reciclabilidad y uso de materia prima secundaria (plásticos reciclados), asesorando en materia de certificación de reciclabilidad, comercialización de plásticos reciclados, soporte técnico para implementación de reciclados, entre otros. Más información en: www.rigk.cl
FUNDACIÓN BASURA	Fundación Basura tiene como propósito contribuir a la prevención y gestión sustentable de residuos en Chile y Latinoamérica, a través de tres ejes estratégicos: Educación: realizan actividades de formación online para niñ@s y adultos, con el objetivo de mostrar soluciones y herramientas que les permitan convertirse en agentes de transformación positiva en su vida y entorno; Asesorías: entregan soluciones a la problemática de los residuos para el sector público, privado y sociedad civil; Investigación: desarrollan proyectos de investigación que presenten un aporte para la sociedad y la academia. Más información en:www.fundacionbasura.org

INICIATIVA	DESCRIPCIÓN
PACTO CHILENO DE LOS PLÁSTICOS (PCP) Y CIRCULA EL PLÁSTICO	El Pacto Chileno de los Plásticos (PCP) es una iniciativa liderada por Fundación Chile y el Ministerio de Medio Ambiente, que tiene como objetivo repensar la forma en que producimos, usamos y disponemos los plásticos, para asegurarnos que el material se mantenga circulando en el sistema y no contamine el medio ambiente. Junto a todos los actores de la cadena de valor, incluyendo al sector público, privado y civil, trabaja de forma conjunta y articulada, generando colaboración e innovación para avanzar hacia una economía circular de los plásticos. Por su parte, Circula el Plástico, es una iniciativa que se enmarca en el PCP y busca acercar a la ciudadanía al desafío de avanzar hacia una economía circular de este material. Uno de sus productos es el Manual de Conceptos y Buenas Prácticas asociadas a la Economía Circular de los Plásticos, que apunta a difundir e internalizar los principales conceptos y principios asociados. Más información en: https://circulaelplastico.cl
ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA EN RESINAS DE PLÁSTICO RECICLADAS ASIPLA	Este APL es impulsado por la Asociación gremial de industriales por el plástico (ASIPLA), que trabaja activamente en el fomento de la instalación de una Economía Circular en Chile, convencidos de que el plástico, dentro de sus múltiples beneficios para el desarrollo de la sociedad, es también intrínsecamente un material circular que no puede terminar su vida útil en los relleno sanitarios ni menos en la naturaleza. Este APL nace en el marco de la Ley REP, ya que ésta no contempla ninguna obligación o incentivo para que los distintos sectores productivos incorporen materia prima reciclada, la que aumentará considerablemente producto de la Ley. En consecuencia, este APL (en etapa de diagnóstico) surge como complemento al reglamento de envases y embalajes de dicha Ley, aspirando a potenciar la demanda de resinas recicladas por parte de sectores como la Construcción, Minería, Agricultura, Pesca y Acuicultura. Más información en: www.asipla.cl/asipla-se-adjudica-apl-que-busca-potenciar-demanda-de-resinas-recicladas

INICIATIVA	DESCRIPCIÓN
MATERIOM	Materiom es una organización creada por una red de investigadores internacionales, que funciona como un repositorio de información y recetas para el diseño de materiales biodegradables a partir de ingredientes naturales que se encuentren ampliamente disponibles a nivel local, como por ejemplo los desechos de la agricultura. Esta organización trabaja en conjunto con compañías, ciudades y comunidades en el desarrollo de materiales a partir de biomasa disponible localmente, creando las cadenas de abastecimiento correspondientes y aportando al desarrollo ambiental y económico local como parte de una economía circular regenerativa. Materiom cuenta con la participación de investigadores chilenos. Más información en: https://materiom.org
PLATAFORMA CONECTA, PACTO GLOBAL CHILE	CONECTA es una plataforma online desarrollada por Pacto Global Chile, que tiene como objetivo acelerar el impacto empresarial en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU. CONECTA ayuda de forma remota a las empresas a identificar cada uno de sus objetivos, según su sector y modelo de negocio, además de las metas comprometidas y los indicadores asociados. Toda esta información se encuentra disponible junto con distintos casos de implementación por parte de empresas adheridas a Pacto Global, lo que sirve de referencia e inspiración para otras empresas. Desde ahí, se podrá aprender de las experiencias y acciones que impactan en el entorno, y así crear sinergias que logren el avance en la Agenda 2030 y su cumplimiento. Más información en: https://pactoglobal.cl/2020/pacto-global-chile-presenta-su-nueva-plataforma-conecta

06

**PERCEPCIÓN Y
VALORACIÓN DE
LA ECONOMÍA
CIRCULAR EN LA
INDUSTRIA DE LA
CONSTRUCCIÓN**

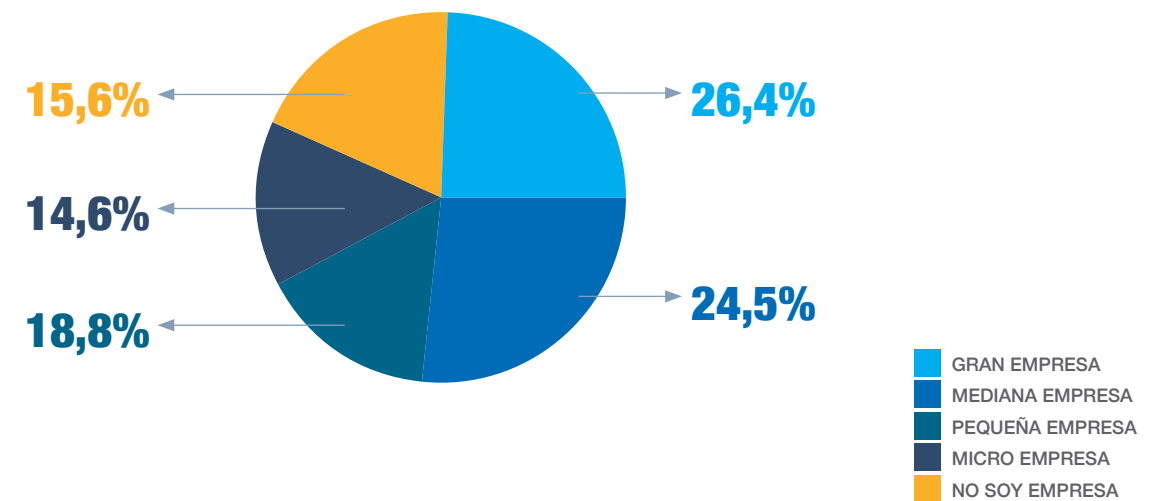
Para conocer la percepción y valoración de la industria sobre la economía circular se realizó una encuesta ampliada (314 respuestas) y se llevó a cabo una serie de entrevistas a líderes y actores clave al interior de la industria (17 entrevistas en total).

Percepción y valoración a nivel general (encuesta)

Se realizó una encuesta ampliada sobre economía circular en la construcción con el objetivo de indagar en el nivel de conocimiento y la percepción que tienen empresas y profesionales del sector a nivel nacional respecto a la temática. Asimismo, se espera conocer los drivers o motivaciones, las soluciones u oportunidades percibidas y los recursos necesarios para avanzar en el tema.

La encuesta fue respondida por 314 personas, abarcando la totalidad de la cadena de valor de la industria y del territorio nacional. Las empresas y/o instituciones con mayor participación fueron las del rubro construcción y montaje (18,8%), seguida de empresas del rubro de especialidades como ingeniería (12,1%), empresas asociadas a vivienda (11,1%) e instituciones provenientes del sector público (10,8%). Respecto a la distribución geográfica, el 35,7% de las empresas tienen actividades en la RM, el 20,7% tienen un ámbito de trabajo nacional, el 10,5% en la Región de Aysén y el 9,9% en la Región de Valparaíso. En cuanto al tamaño de las empresas que participaron del sondeo, el 24,5% son grandes empresas, el 18,8% corresponden a medianas empresas, 15,6% a microempresas y el 14,6% a pequeñas empresas.

FIGURA 20: ¿EL TAMAÑO DE SU EMPRESA U ORGANIZACIÓN ES?



Al consultar sobre la primera palabra que viene a la cabeza con el concepto de economía circular, se obtuvo una gran variedad de resultados, lo que se representa gráficamente en la siguiente nube de palabras.

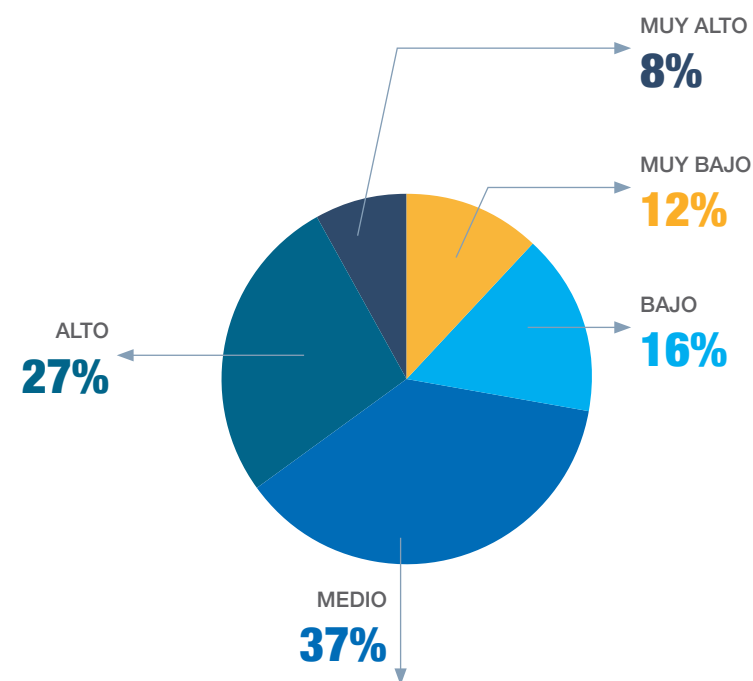
FIGURA 21: ¿CUÁL ES LA PRIMERA PALABRA QUE VIENE A SU MENTE RELACIONADA AL CONCEPTO “ECONOMÍA CIRCULAR”?



FUENTE: Elaboración propia

A nivel general, se puede apreciar que si bien el concepto de economía circular en construcción es relativamente nuevo, está difundiéndose rápidamente, lo que se refleja en el nivel de conocimiento declarado por los encuestados donde más de un tercio (35%) declara que su nivel de conocimiento es alto o muy alto, un 37% declara tener un nivel de conocimiento medio y solo el 28% restante declara tener un nivel bajo o muy bajo de conocimiento al respecto.

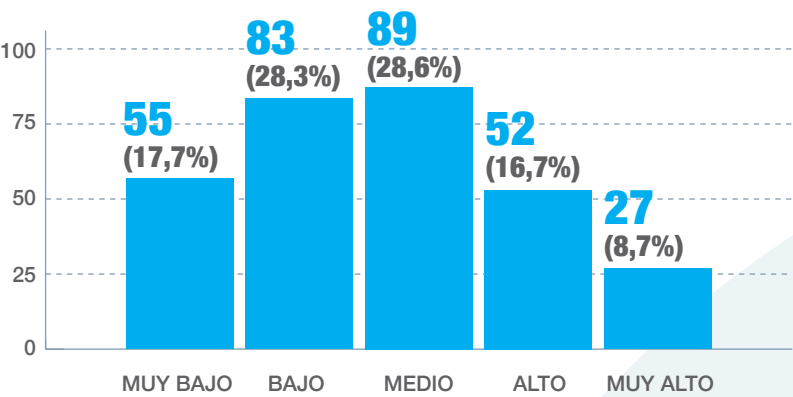
FIGURA 22: ¿CÓMO EVALÚA SU NIVEL DE CONOCIMIENTO FRENTE A ECONOMÍA CIRCULAR?



FUENTE: Elaboración propia

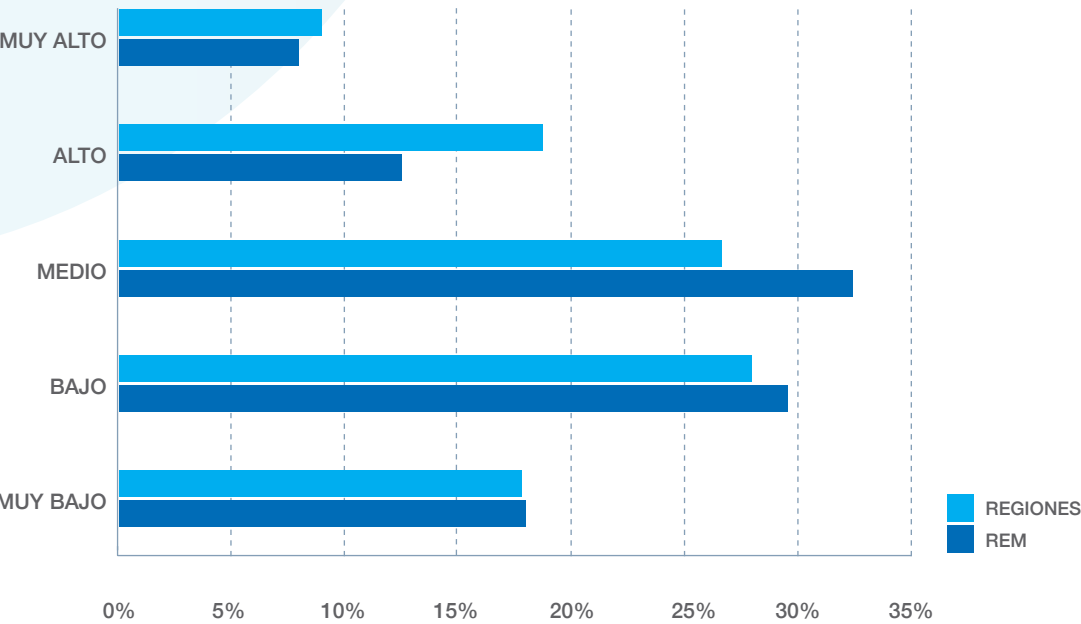
Se podría decir que el nivel de conocimiento declarado por los encuestados aún no ha sido incorporado al interior de sus empresas, ya que el 46% de los encuestados reconoce que la integración de los principios de economía circular en sus actividades es baja o muy baja, el 29% declara que esta integración es media, y el 25% restante declara que esta integración es alta o muy alta. En cuanto a la distribución geográfica de dicha integración, destaca que aquellos que integran los principios de la economía circular en sus actividades de forma muy alta corresponden principalmente a microempresas y aquellas que los integran de forma alta son principalmente pymes.

FIGURA 23: ¿CÓMO EVALÚA EL AVANCE DE SU ORGANIZACIÓN EN INTEGRAR LOS PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN ACTIVIDADES, INICIATIVAS O PROYECTOS?



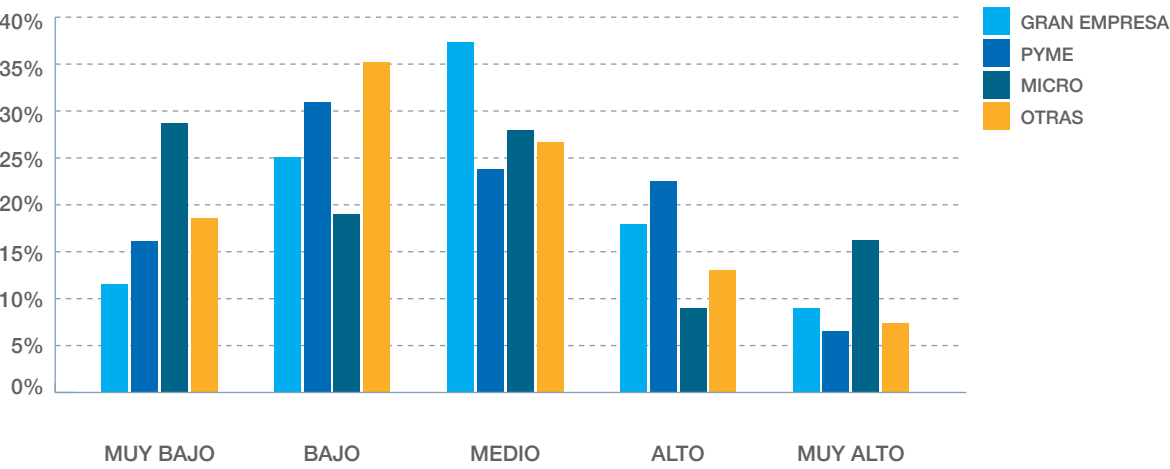
FUENTE: Elaboración propia

FIGURA 24: NIVEL DE INTEGRACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE ECONOMÍA CIRCULAR, RM VERSUS REGIONES



FUENTE: Elaboración propia

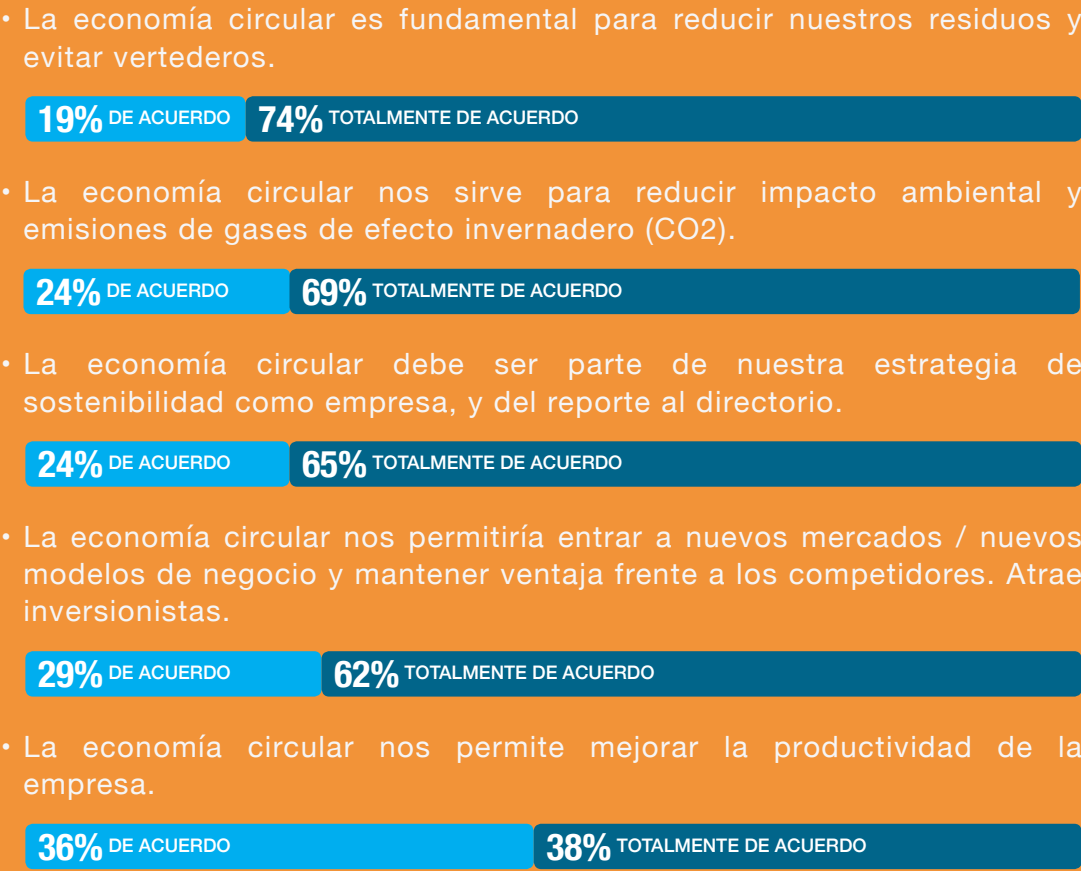
FIGURA 25: NIVEL DE INTEGRACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE ECONOMÍA CIRCULAR SEGÚN TAMAÑO DE EMPRESA



FUENTE: Elaboración propia

Dentro de los principales movilizadores para integrar los principios de economía circular en la industria de la construcción destacan la reducción de residuos evitando su disposición final en vertederos y la reducción en el impacto ambiental y emisiones de CO2 asociados a la industria. Resulta importante destacar que el movilizador identificado como de menor relevancia es el aumento de la productividad en la industria, aun cuando es una de las principales oportunidades identificadas a nivel internacional, lo que sugiere reforzar las comunicaciones en esa línea.

FIGURA 26: ¿QUÉ TAN DE ACUERDO ESTÁ CON LAS SIGUIENTES FRASES, COMO MOTIVACIÓN PARA INTEGRAR ECONOMÍA CIRCULAR EN SU ORGANIZACIÓN?



Fuente: Elaboración propia

Dentro de los factores que podrían acelerar esta integración, aquellos con mayor relevancia son las nuevas oportunidades de negocio asociadas, la reputación de la organización con la comunidad y la demanda por parte de la cadena de valor de la industria (suministros, desarrolladores, inversionistas). Destaca que, según lo indicado por los encuestados, el factor con menor tasa de relevancia es el marketing que puede desarrollarse en torno a la economía circular, probablemente por considerarse aún un tema desconocido o poco valorado por los consumidores.

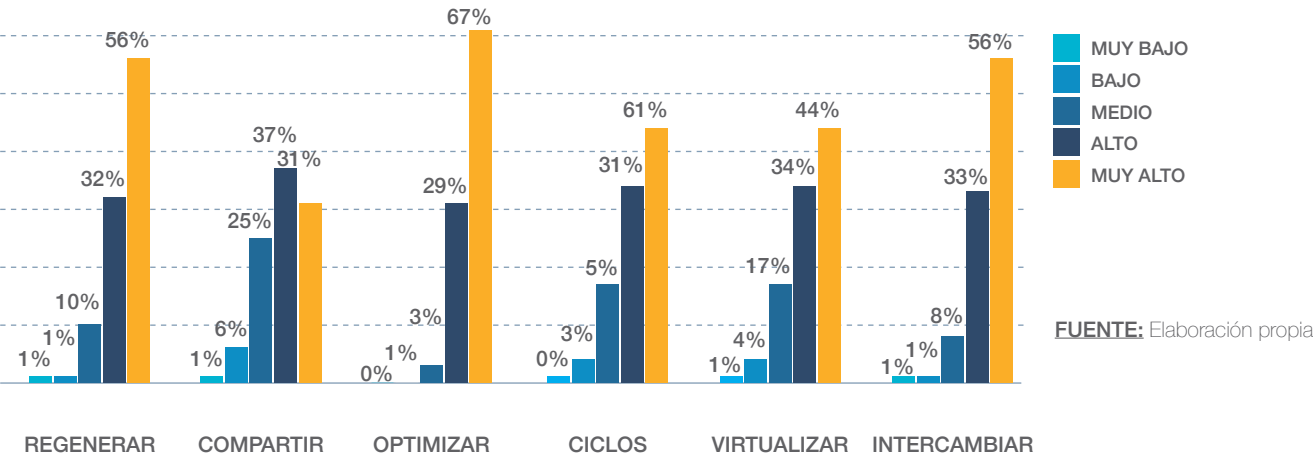
FIGURA 27: ¿QUÉ TAN RELEVANTES SON ESTOS FACTORES PARA MOVILIZAR SU ORGANIZACIÓN HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR?



Fuente: Elaboración propia

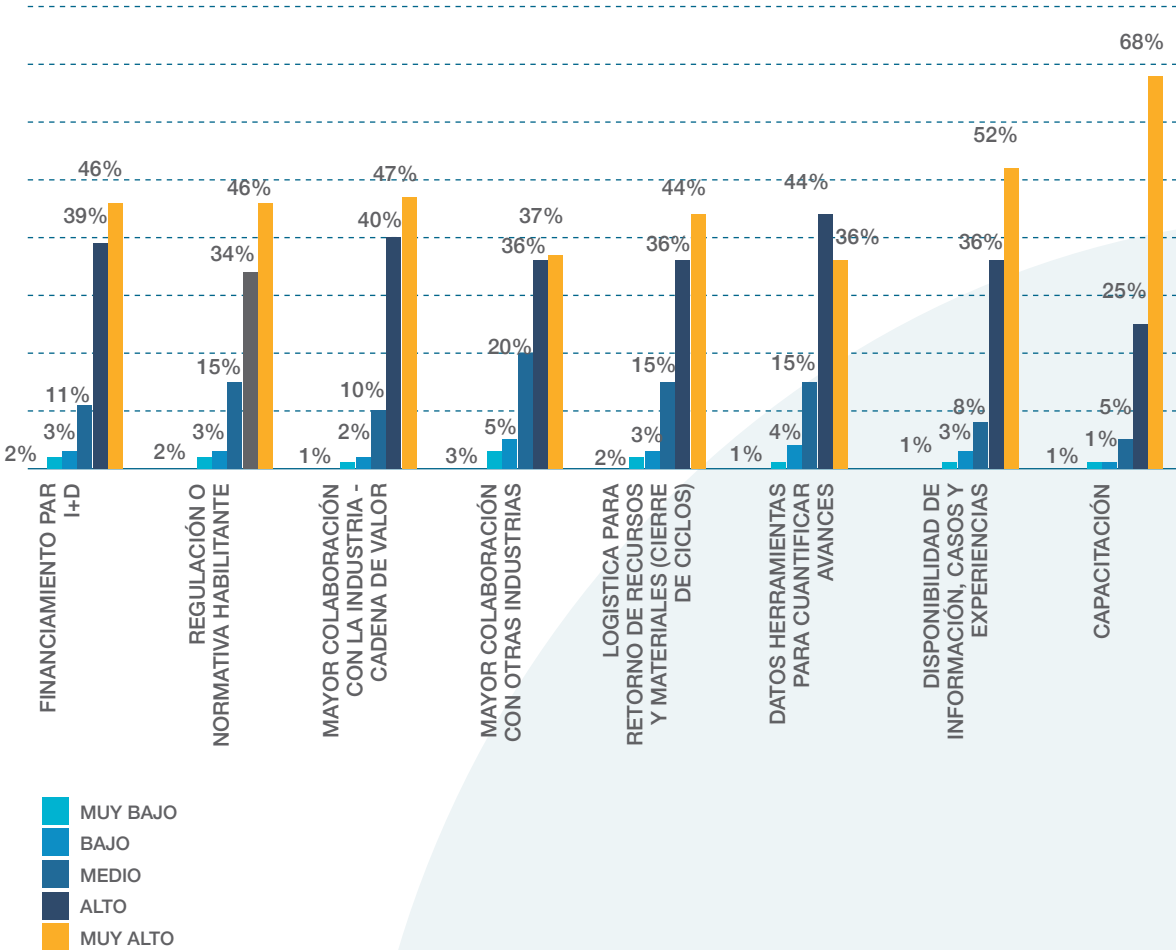
En relación al potencial de desarrollo de las distintas aplicaciones del Resolve Framework, la opción que se percibe con el mayor potencial en la industria nacional (67% lo considera muy alto) es el optimizar, es decir, incrementar el rendimiento o eficiencia de los sistemas, haciendo un mejor uso de los materiales y reduciendo la generación de residuos. En segundo lugar está el concepto de ciclos (61%), seguido por el regenerar e intercambiar (ambos con 56%), luego virtualizar (44%) y en último lugar el compartir (31%).

FIGURA 28: ¿QUÉ POTENCIAL DE DESARROLLO PERCIBE USTED QUE TIENEN LAS SIGUIENTES APLICACIONES O ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR?



Finalmente, dentro de los recursos que ayudarían a implementar la economía circular en la construcción, se le otorga gran importancia a un mix de herramientas. La más importante es la capacitación (68% la considera de importancia muy alta), seguida de la disponibilidad de información (casos y experiencias), una mayor colaboración al interior de la industria acompañada de una regulación habilitante y de la disponibilidad de financiamiento para proyectos de I+D, en ese orden de importancia. La variedad y relevancia de estos elementos reflejan las oportunidades de desarrollo y desafíos que existen al momento de incorporar una nueva tendencia en la industria nacional de la construcción y resultan fundamentales al momento de definir una estrategia que persiga dicha incorporación, siendo potenciales ejes o lineamientos estratégicos a ser considerados.

FIGURA 29: ¿QUÉ IMPORTANCIA LE ASIGNA A LOS SIGUIENTES TEMAS, COMO RECURSOS O HABILITADORES PARA PODER AVANZAR EN LA INCORPORACIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR EN SU ORGANIZACIÓN?



FUENTE: Elaboración propia

Percepción y valoración por parte de líderes de la industria (entrevistas)

Se realizaron 17 entrevistas abiertas a distintos líderes y actores clave de la industria, provenientes del sector público y privado, representando la cadena de valor en construcción. Se incluyeron actores de la etapa de diseño (por ejemplo, Asociación de Oficina de Arquitectos), proveedores/productores de materiales (Federación Interamericana de Cemento, Corporación de la Madera, comité de proveedores de la CChC, entre otros), empresas de servicios (comité de especialidades de la CChC) empresas constructoras e inmobiliarias (comité inmobiliario CChC), actores a cargo de la gestión de residuos (Fundación Basura, Asociación Nacional de Recicladores Base) y actores públicos y privados que se relacionan de manera transversal a toda la cadena de valor (Ministerio de Medio Ambiente, Pacto Global Chile, entre otros).

CONCEPTOS MENCIONADOS SOBRE CÓMO INCORPORAR LA ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN



Percepciones generales:

La principal percepción a nivel general es que la Economía Circular se está transformando en un tema país que viene a instalarse en la agenda nacional y que trae oportunidades a la industria. Esta percepción fue planteada por más de un tercio de los entrevistados y una de las razones podría ser el reciente lanzamiento de la Hoja de Ruta RCD Economía Circular al 2035 liderada por el Programa Construye2025.

“La Economía Circular es una tremenda oportunidad, algo que se viene si o sí...”

Claves para avanzar hacia la economía circular en construcción:

El principal factor para introducir la circularidad en la construcción es su integración en etapas tempranas del proyecto, idealmente desde su diseño. Esto releva el rol que tienen los arquitectos, ingenieros y especialidades, aprovechando las herramientas tecnológicas disponibles, ya que de sus decisiones va a depender el desempeño del proyecto a lo largo de toda su vida útil. Por ejemplo, en términos de materiales utilizados, eficiencia en su utilización y en la operación del proyecto, potencial de reutilización, capacidad de desensamblaje, generación de residuos, entre otros.

Esta percepción va en línea con las oportunidades asociadas a la economía circular, donde incorporar componentes de circularidad en etapa temprana, esto es, al momento de diseñar y planificar los proyectos a través de un trabajo colaborativo por los profesionales involucrados, tendrá efectos muy significativos en la eficiencia en términos uso de materiales, generación de residuos y plazos, lo que tendrá impactos positivos en la productividad de los proyectos.

“Se deben realizar estudios de integración temprana, con variables de diseño que pongan en valor los temas eficientes”

Otro factor considerado relevante para incorporar la circularidad en la construcción es la industrialización. La industrialización y prefabricación de componentes constructivos es considerada un buen método para hacer más eficiente el trabajo en términos de plazos, uso de materiales y generación de residuos; además de contribuir a obras más ordenadas y limpias.

“Todo se debe ir hacia la industrialización”

La generación de conciencia y conocimiento es otra de las herramientas clave para introducir la economía circular en la industria, lo que coincide con los resultados de la encuesta donde los principales recursos es la capacitación y la disponibilidad de información sobre casos y otras experiencias realizadas a nivel nacional.

La sensibilización sobre los impactos de la industria es reconocida como un factor fundamental por los actores clave. Respecto a esto, se podría decir que existe cierto nivel de avance ya que, según datos de la encuesta realizada, la principal motivación para implementar la economía circular en construcción es la reducción de los impactos ambientales asociados a la industria.

“La sensibilización es muy importante y la difusión es clave”

En base a las entrevistas, se puede determinar que existe una relación directa entre economía circular e innovación, la que no resulta evidente para los entrevistados, ya que si bien “innovación” fue mencionada indistintamente por al menos ocho entrevistados, no fue reconocida como uno de los mecanismos para incorporar la economía circular en la industria. Sin embargo, de las entrevistas se puede inferir que la innovación es considerada un factor fundamental para avanzar hacia la circularidad en la construcción.

“Ir construyendo el camino para innovar en conjunto, para que no sean experiencias traumáticas”

Desafíos al interior de la industria para transitar hacia la economía circular:

Además de los desafíos a nivel internacional mencionados anteriormente, a través de las entrevistas se pudieron identificar algunos desafíos existentes a nivel nacional. La capacitación de actores claves al interior de la industria, como trabajadores y recicladores base es identificada como un factor fundamental y a la vez un desafío para incorporar componentes de circularidad en la industria. Se reconoce que las prácticas de los trabajadores y recicladores deben modificarse a través del entrenamiento; sin embargo, resulta complejo integrar los tiempos de capacitación con los tiempos de trabajo de dichos actores.

“La cultura de la construcción es algo que hay que cambiar a través de la educación y avanzar”

“Este es un problema global, de sistema, trabajadores con buenas prácticas....Hay que mostrar que pueden cambiar la forma de trabajar”

La industria nacional de la construcción es reconocida como una industria “conservadora” en la que ha primado el enfoque de exclusividad de cada proyecto. En ese sentido, cambiar este paradigma por uno donde se priorice mejorar el desempeño ambiental y la eficiencia del proyecto más allá de la exclusividad de éste, donde se puedan utilizar materiales reciclados o derivados de otras obras, y que sus mismos componentes puedan ser reutilizados una vez alcanzada su vida útil, estandarizando de alguna forma los principios de diseño, resulta un importante desafío.

“A veces con las constructoras e inmobiliarias cuesta la estandarización, porque quieren exclusividad”

07

CONCLUSIONES

El crecimiento demográfico, la rápida urbanización y el consecuente crecimiento de las ciudades a nivel mundial, sumado a los impactos asociados a la industria de la construcción en términos de uso y extracción de materias primas, uso de energía, generación de residuos y emisión de gases de efecto invernadero; conllevan la necesidad de desarrollar la industria de manera sostenible. En ese sentido, incorporar los principios de la economía circular en la industria resulta muy atractivo toda vez que trae consigo una serie de beneficios y oportunidades en relación a su desempeño ambiental, económico y social.

La economía circular tiene como fin último diseñar, hacer y usar las cosas dentro de los límites del planeta, cambiando desde la economía lineal (extraer-usar-desechar), a una nueva forma de manejar los recursos en la fabricación y utilización de los productos. Para esto, se definen tres principios claves generales: diseño libre de residuos y contaminación, mantener los productos y materiales en uso el mayor tiempo posible y regenerar los sistemas naturales.

Uno de los principales objetivos que tiene la economía circular, aplicable ampliamente a la industria de la construcción, es el retener los materiales en el ciclo de vida el mayor tiempo posible, lo que puede alcanzarse en base a tres criterios básicos:

1. Principios de diseño: son fundamentales ya que de esas decisiones en etapas tempranas depende gran parte del desempeño de la edificación a lo largo de todo su ciclo de vida, en términos de durabilidad de la edificación, sus sistemas y componentes, eficiencia en el uso de materiales, adaptabilidad, capacidad de desensamblaje, selección de materiales con atributos de sustentabilidad, entre otros;
2. Residuos como recurso: cambiar la mentalidad actual y considerar por una parte los residuos como potenciales materiales o insumos para nuevos procesos, y por otra los residuos como un indicador de pérdida de productividad de las empresas. Esto es un factor fundamental para modificar las prácticas al interior de la industria; y
3. Nuevos modelos de negocios circulares: una de las principales oportunidades y que sirven de sustento para la aplicación de la circularidad en la industria, es la creación de nuevos modelos de negocios, los que pueden desarrollarse a lo largo de todo el ciclo de vida de una edificación.

Independiente de cual sea el criterio para incorporar la circularidad en la industria de la construcción, existen ciertos factores habilitantes que facilitarán esta incorporación, tales como el diseño, la información y la colaboración. El desarrollo de estos factores tendrá impactos esperados tanto en la operación de las edificaciones como en el valor de los bienes y en la generación de residuos.

08

BIBLIOGRAFÍA

1. Accenture, 2015. Newsroom. Disponible en: <https://newsroom.accenture.com/news/the-circular-economy-could-unlock-4-5-trillion-of-economic-growth-finds-new-book-by-accenture.htm#:~:text=The%20Accenture%20Strategy%20research%20unveiled,of%20natural%20resources%20by%202030.>
2. Adams et al, 2017. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. Disponible en: www.researchgate.net/publication/313872330_Circular_economy_in_construction_current_awareness_challenges_and_enablers
3. Aldana & Serpell (2012), Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000200002
4. Architecture 2030, 2020. Why the building sector? Disponible en: https://architecture2030.org/buildings_problem_why/
5. Arup, 2016. The circular economy in the built environment. Disponible en: www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment
6. Arup, 2019. From Principles to Practices: First steps towards a circular built environment. Disponible en: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/First-steps-towards-a-circular-built-environment-2018.pdf
7. Arup & Bam, 2018. Circular Business Models for the built environment. Disponible en: www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment
8. Cámara Chilena de la Construcción, 2019. Fundamenta 45. El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global. Disponible en: www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Fundamenta_45.pdf
9. CE100, 2016. Circularity in the built environment: case studies. Disponible en: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Built-Env-Co.Project.pdf
10. Circle Economy, 2020. Circularity Gap Reporting. Disponible en: www.circularity-gap.world/2020
11. Comisión Nacional de Productividad, 2020. Productividad en el sector de la construcción. Capítulo 6. Sostenibilidad. Disponible en: www.comisiondeproductividad.cl/wp-content/uploads/2020/09/II.-6-Sustentabilidad-2.pdf
12. Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2010. Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile. Disponible en: www.hidronor.cl/pdf/1_Primer_Reporte_del_Manejo_de_Residuos_S%C3%B3lidos_en_Chile_Conama_2010.pdf

13. Construye2025, 2019. Ministerio de Obras Públicas conforma Mesa de Trabajo de Economía Circular. Disponible en: <http://construye2025.cl/2019/11/26/ministerio-de-obras-publicas-conforma-mesa-de-trabajo-de-economia-circular/>
14. Construye2025, 2020. Hoja de ruta RCD Economía circular en construcción 2035. Disponible en: http://construye2025.cl/rcd/wp-content/uploads/2020/08/HDR-PAGINA_RCD_200825.pdf
15. Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020. Edición Técnica N°15. Gestión de residuos para mejorar la productividad en la empresa. Disponible en: http://informatica.cdt.cl/documentos/publicaciones/documentos_tecnicos/compendios.html
16. Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020. Informe Asesoría Técnica - Levantamiento Valorización de Residuos.
17. Ellen MacArthur Foundation et al., 2015. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Disponible en: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf
18. Ellen MacArthur Foundation, 2020. What is the circular economy? Disponible en: www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy
19. EuroChile, 2020. "Consultoría para construir una Hoja de Ruta de Economía Circular en Chile. "Informe de avance N°3: Diagnóstico Estratégico. Disponible en: www.eurochile.cl/wp-content/uploads/2020/06/22052020_Eurochile_Informe-N%C2%B03-HDR-EC_revisado.pdf
20. Goubran, 2019. On the Role of Construction in Achieving the SDGs. Disponible en: https://sustainability.hapres.com/htmls/JSR_1126_Detail.html
21. McKinsey & Company, 2020. The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem. Disponible en: www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-next-normal-in-construction-how-disruption-is-reshaping-the-worlds-largest-ecosystem
22. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2019, Informe Final Diagnóstico sobre Infraestructura RCD en Chile. Mayo, 2019.
23. Ministerio del Medio Ambiente, 2017. Política Nacional de Residuos 2018-2030. Disponible en: http://santiagorecicla.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/02/Politica-Nacional-de-Residuos_final-V_sin-presentacion.pdf
24. Ministerio del Medio Ambiente, 2020. Decreto Supremo NO 12 de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a envases y embalajes. Disponible en: https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/DS-12_08_06_2020-Propuesta-DS-REP-envases.pdf
25. Ministerio del Medio Ambiente, 2020. Estrategia Climática de Largo Plazo 2050. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento>
26. Ministerio del Medio Ambiente, 2020. Ley de Fomento al Reciclaje. Disponible en: <https://mma.gob.cl/economia-circular/ley-de-fomento-al-reciclaje>
27. Ministerio del Medio Ambiente, 2020. Se dio inicio al comité estratégico de la Hoja de Ruta de Economía Circular. Disponible en: <https://mma.gob.cl/se-dio-inicio-al-comite-estrategico-de-la-hoja-de-ruta-de-economia-circular>
28. Naciones Unidas Chile, 2020. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible en: www.onu.cl/es/sample-page/odm-en-chile
29. Pacto Global Red Chile, 2020. Cámara Chilena de la Construcción firma alianza con pacto global. Disponible en: <https://pactoglobal.cl/2020/cchc-se-suma-a-practicas-de-sostenibilidad-de-la-onu>
30. RICS, 2016. What is the Circular Economy to the built environment? Disponible en: <https://resources.rics.org/content/what-circular-economy-built-environment>
31. UNEP, 2018. Global status Report. Towards a zero-emission, efficient and resilient building and construction sector. Disponible en: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27140/Global_Status_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
32. World Economic Forum, 2016. Can the circular economy transform the world's number one consumer of raw materials? Disponible en: www.weforum.org/agenda/2016/05/can-the-circular-economy-transform-the-world-s-number-one-consumer-of-raw-materials/
33. World Economic Forum, 2016. Environmental Sustainability Principles for the Real Estate Industry. Disponible en: www3.weforum.org/docs/GAC16/CRE_Sustainability.pdf
34. World Economic Forum, 2016. Shaping the future of construction. A breakthrough in mindset and technology. Disponible en: www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf
35. World Economic Forum, 2018. Circular Economy in Cities. Evolving the model for a sustainable urban future. Disponible en: www3.weforum.org/docs/White_paper_Circular_Economy_in_Cities_report_2018.pdf
36. World Green Building Council, 2019. Bringing embodied carbon upfront. Disponible en: www.worldgbc.org/sites/default/files/WorldGBC_Bringing_Embodied_Carbon_Upfront.pdf
37. World Green Building Council, 2019. Green Building & the Sustainable Development Goals. Disponible en: www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals

